

OPDRACHTGEVER

Autoriteit Consument en Markt

AUTEUR

Frans van Erp

AFDELING

AM-GDS-GDV

DATUM

5 december 2014

VERSIE

0.0

STATUS

Definitief

REFERENTIE

PU AM 14 777

PAGINA

1 van 43

Nulmeting

ten behoeven van de impactanalyse

Voorwoord

Dit rapport geeft invulling aan de reactie van de Autoriteit Consument en Markt van 4 maart 2014 op het aangepast plan van aanpak spanningskwaliteit van TenneT met het kenmerk ACM/DE/2014/201156.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
1. Inleiding	4
2. Nulmeting	5
2.1 Condensatorbank te Diemen 380 kV	8
2.2 Condensatorbank te Weiwerd 220 kV	11
2.3 Condensatorbank te Maarheeze 150 kV	14
2.4 Condensatorbank Harculo 110 kV	17
2.5 HVDC NorNed te Eemshaven 380 kV	20
2.6 HVDC BritNed te Maasvlakte 380 kV	23
2.7 Kabel tussen 380kV-station Wateringen en Bleiswijk	26
3. Impactanalyse	31
4. Onzekerheid in de uitkomst van de impactanalyse	33
5. Appendix	35
5.1 Model	35
5.2 Grenzen	36
5.3 Spanningskwaliteitsmeting	37
5.4 Invloed omgeving	39

1. Inleiding

Het doel van dit rapport is om een 'nulmeting' samen te stellen zodat deze gebruikt kan worden voor een 'impactanalyse' naar een 'speciaal project'. 'Speciale projecten' zijn door de ACM aangemerkte netuitbreidingen. Van het gedrag van deze netuitbreidingen zouden de ACM en de aangeslotenen graag inzicht willen krijgen zodat daarmee het effect op de aangeslotene installaties kan worden bepaald. Het merendeel van de speciale projecten is reeds tien jaar in bedrijf. Voor het recente 380kV-kabelproject loopt een eerder door de netbeheerder opgestart onderzoeksprogramma, die wordt uitgevoerd door de universiteiten, om het gedrag van de kabel inzichtelijk te krijgen. Dit omdat 380kV-kabels nog niet in deze omvang zijn toegepast in het 380kV-net waardoor nog geen praktische ervaring aanwezig is.

Wat houdt een impactanalyse naar een speciaal project in? Het is de bedoeling dat doormiddel van een impactanalyse duidelijk wordt of het 'daadwerkelijke storingsniveau' veroorzaakt door een speciaal project in overeenstemming is met een 'uiterste grens'.

Wat houdt een nulmeting in? Op het moment dat een speciaal project *niet* in bedrijf is, worden meetgegevens verzameld, zodat deze vergeleken kunnen worden met de verzamelde meetgegevens op de momenten waarbij het speciaal project *wel* in bedrijf is. Nulmetingen worden voornamelijk voorafgaand aan een nieuw geïnstalleerd project uitgevoerd, doch kunnen ook worden uitgevoerd als het project geïnstalleerd is door bijvoorbeeld naar de momenten te kijken dat het project ontkoppeld is van het elektriciteitsnet.

De meetgegevens bestaan bijvoorbeeld uit metingen van de spanningskwaliteitsaspecten en de toestand waarin een speciaal project, of een ander component, zich bevindt. De gemeten spanningskwaliteitsaspecten zijn:

- langzame spanningsvariatie (LSV);
- snelle spanningsvariatie;
 - 'long term flicker servivity' (PLT);
- asymmetrie (Asymm);
- 'total harmonic distortion' (THD).

Deze spanningskwaliteitsaspecten geven de verstoring aan ten opzichte van een theoretisch zuivere golfvorm van de spanning. De theoretisch zuivere golfvorm van de spanning is een sinusvorm.

Bij elk van deze spanningskwaliteitsaspecten horen uiterste grenzen¹. Deze grenzen worden opgedeeld in:

- compatibiliteitsgrenzen;
- planningsgrenzen voor het elektriciteitsnet;
- planningsgrenzen voor de aangeslotene.

De speciale projecten waarvan de nulmeting wordt bepaald, zijn die speciale projecten waar nu in het kader

¹ Zie bijlage 5.2 voor een illustratief voorbeeld van grenzen.

van de rapportage van de spanningskwaliteit in Nederland reeds een spanningskwaliteitsmeetinrichting aanwezig is. De speciale projecten met een nulmeting zijn:

- 380kV-condensatorbank gemeten op het station Diemen;
- 220kV-condensatorbank gemeten op het station Weiwerd;
- 150kV-condensatorbank gemeten op het station Maarheeze;
- 110kV-condensatorbank gemeten op het station Harculo;
- HVDC NorNed gemeten op het station Eemshaven 380 kV;
- HVDC BritNed gemeten op het station Maasvlakte 380 kV;
- 380kV-kabel gemeten op het stations Bleiswijk en Wieringen 380kV.

Voor de ondergrondse hoogspanningskabels in het 110kV- en 150kV-elektriciteitsnet, en installaties van de Betuweroute, zijn geen nulmetingen samengesteld omdat daar geen spanningskwaliteitsmeetinrichtingen aanwezig zijn.

De omschrijving van de gegevens die voor de nulmeting zijn verzameld en de verzamelde gegevens, worden gepresenteerd in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 'impactanalyse' geeft een technische toelichting over de diverse zaken die van toepassing zijn op een impactanalyse. De nulmeting wordt uitgevoerd ten behoeven van de impactanalyse, daarom wordt een korte toelichting gegeven hoe de meetgegevens gebruikt kunnen worden tijdens een impactanalyse. Omdat geen volledige informatie tijdens de impactanalyse verkregen kan worden, worden in hoofdstuk 4 de bronnen van onzekerheid verkend. De 'appendix' illustreert diverse technische zaken met alledaagse voorbeelden.

2. Nulmeting

De nulmeting wordt uitgevoerd tijdens de dagelijkse gang van zaken. Ten behoeven van de meting worden dus geen externe bronnen aangebracht om een bepaald effect te beschouwen. De meting bevat standmetingen van de componenten alsook de spanningskwaliteitsmeetgegevens van het station waar het speciaalproject zich bevindt.

De spanningskwaliteit wordt volgens de netcode ontworpen voor de normale bedrijfstoestand². Dit houdt, in korte bewoording, in dat tijdens een enkelvoudige storing³, en een enkelvoudige storing tijdens een onderhoudssituatie⁴, de spanning binnen de compatibiliteitsgrenzen moet blijven. Dit kunnen meer dan 3.000 niet-beschikbaarheidssituaties zijn per deel van het elektriciteitsnet. Het wordt verwacht dat in het merendeel van de niet-beschikbaarheid situaties een enkelvoudige niet-beschikbaarheid van een component is. Het meeste effect heeft die niet-beschikbaarheid, die over het algemeen de grootste impedantieverandering met zich mee brengen; dit is vaak een niet-beschikbaarheid dicht op of in het station. Daarom zullen de eerste com-

² Toestand van het net waarbij alle transporten op de aansluitingen volgens de transportprognoses kunnen plaatsvinden.

³ Uitingsvorm van een niet-beschikbaarheid.

⁴ Uitingsvorm van een niet-beschikbaarheid.

ponenten in de omgeving van de spanningskwaliteitsmeetinrichting in kaart worden gebracht. Mocht uit de analyse blijken dat zich een sterke verstoring heeft voorgedaan, dan kan op basis van het enkele geval dat een enkelvoudige storing optreedt onderwijl een onderhoudssituatie, de netsituatie worden achterhaald. Het in of uit bedrijf zijn van: het speciale project, de circuits, de transformatoren, de spoelen en de aangeslotenen op het station waar zich het speciale project dicht in de buurt bevindt, worden opgenomen in de nulmeting van het speciale project.

In de figuren worden de ruwe 10-minuten gemiddelde waarden van de spanningskwaliteitsaspecten afgebeeld. Dit houdt in dat waarden die niet bruikbaar zijn als gevolg van een verstoring van de meetinrichting ook in de figuren worden gepresenteerd. Tijdens de impactanalyse moet worden nagegaan hoe met deze waarden moet worden omgegaan; volledigheidshalve worden ze gepresenteerd. Daar waar nodig zullen voor de leesbaarheid van de figuren waarden worden afgekapt. Dit afkappen zal plaatsvinden buiten de compatibiliteitsgrenzen zodat overschrijdingen en verstoringen aan het meetcircuit zichtbaar blijven. Bij verstoringen aan het meetcircuit worden ook waarden geregistreerd die buiten de compatibiliteitsgrenzen liggen, dit zijn fantoomoverschrijding en in de beoordelingen over een week worden deze waarden 'geflagged', dus niet meegenomen in de beoordeling over een week.

De in de legenda weergegeven componenten zijn:

- speciaal project;
- verbinding;
- transformator;
- spoel;
- aangeslotene.

—	speciaal project->Station Speciaal project
—	circuit-> Van station - Naar station Circuitaanduiding
—	circuit-> Van station - Naar station A Naar station B Circuitaanduiding
—	koppelveld-> Station KV
—	transformator-> Station Transformatoraanduiding
—	spoel-> Station Spoelaanduiding
—	aangeslotene-> Station Aangeslotene aanduiding

Figuur 1: Legenda

De componenten staan in de figuren van boven naar beneden op volgorde zoals in de legenda wordt aangegeven. Het component wordt aangeduid door als eerste het station aan te geven waar het zich bevindt, en daarna de naam van het component, bijvoorbeeld 'DIM CO1' is condensator bank 'CO1' op het station te Diemen, zie legendavoorbeeld van Figuur 1. Bij het component 'circuit' is de aanduiding vergelijkbaar doch ziet de aanduiding er iets anders uit. Bij een circuit wordt het veld aangegeven waar het circuit in- of uitgeschakeld wordt. Bij een circuit wordt het startstation van het circuit aangegeven, dan een streepje, waarna het eindstation of meerdere eindstations worden aangegeven, bijvoorbeeld: 'EHVZ – EHVO MZ Z' is het veld van het 'Zwarte' circuit dat van Eindhoven Zuid naar Eindhoven Oost en Maarheeze loopt, ditzelfde circuit sluit dus aan op de velden 'EHVO – EHVZ MZ Z' en 'MZ- EHV ZO Z' ('MZ - EHVZ EHVO Z'). Het letterwoord 'KV' betekend koppelveld en is een doorverbinding binnen het station en heeft de kleurcodering van een circuit.

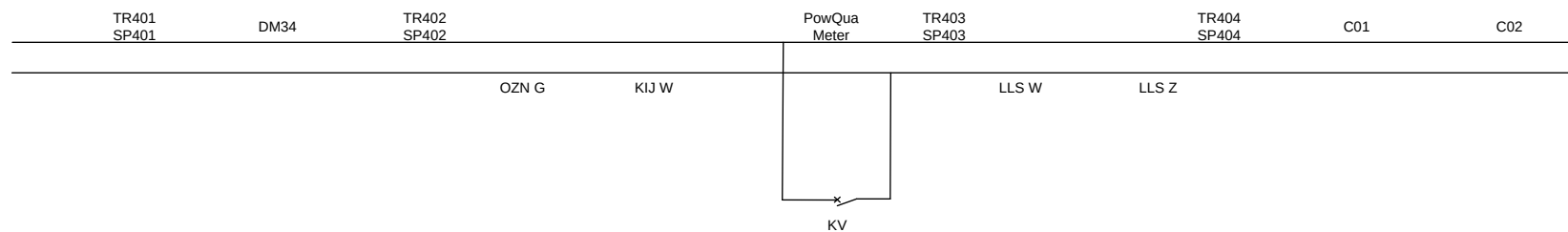
LSV1, LSV2, LSV3:	Langzame spanningsvariatie met 10-minuten gemiddelde waarden.
PLT1, PLT2, PLT3:	'long term flicker servitivity': PLT met 10-minuten voortschrijdende waarden.
Asymm:	Asymmetrie met 10-minuten gemiddelde waarden.
THD1, THD2, THD3:	'Total harmonic distortion' THD met 10-minuten gemiddelde waarden.

Toestand: Met de toestand '1' wordt aangegeven dat het component met het net is verbonden op die locatie, en met '0' dat deze op die locatie is losgekoppeld van het net per eenheid.⁵

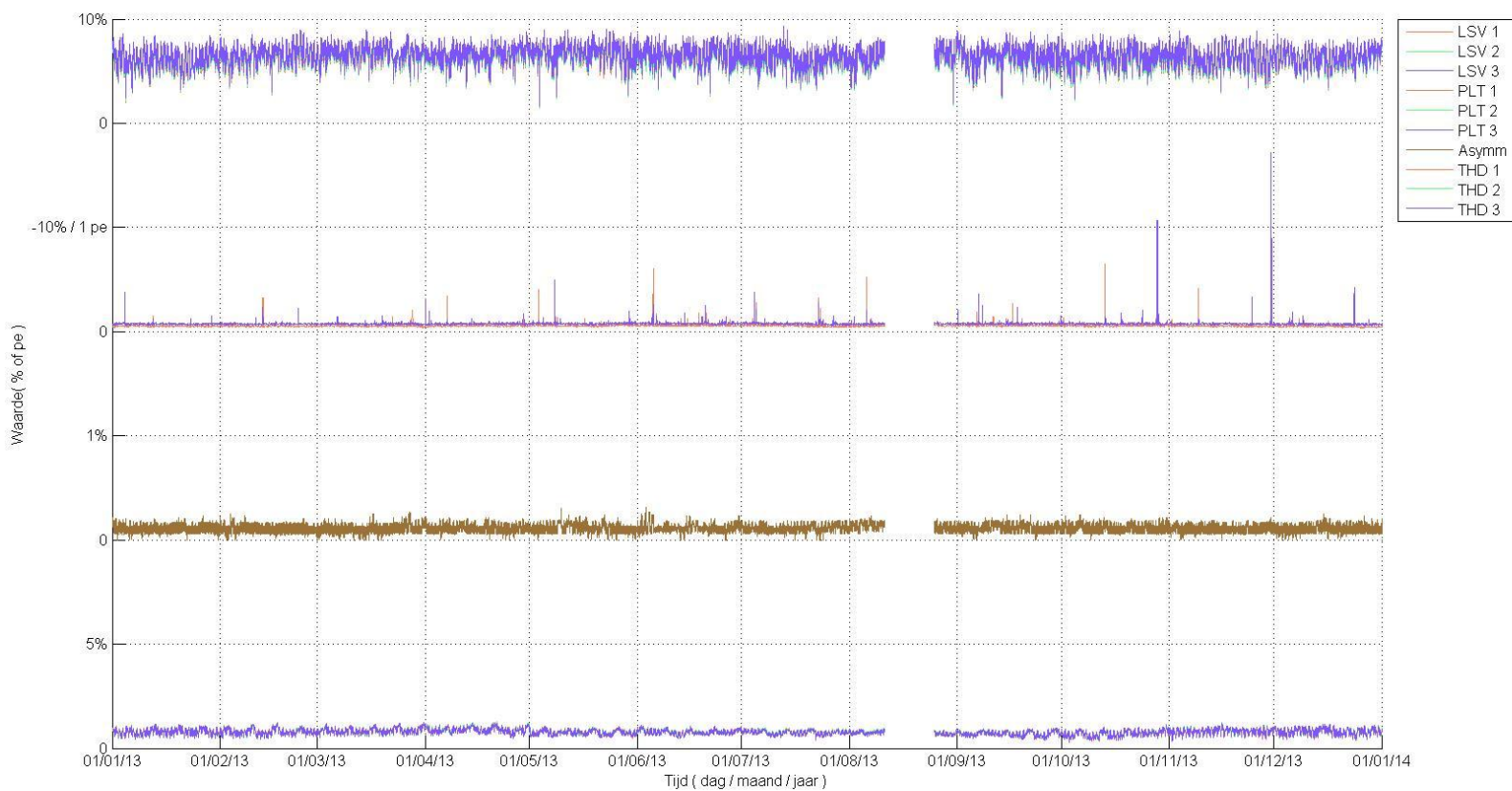
Omdat de waarden per spanningskwaliteitsaspect, bijvoorbeeld LSV1, LSV2, LSV3 dicht bij elkaar liggen, kan het zijn dat in de afbeelding maar één of enkele van de drie onderdelen zichtbaar zijn omdat één onderdeel de andere onderdelen kan afdekken.

⁵ is vergelijkbaar met procent (%) alleen de basis is dan één in plaats van 100.

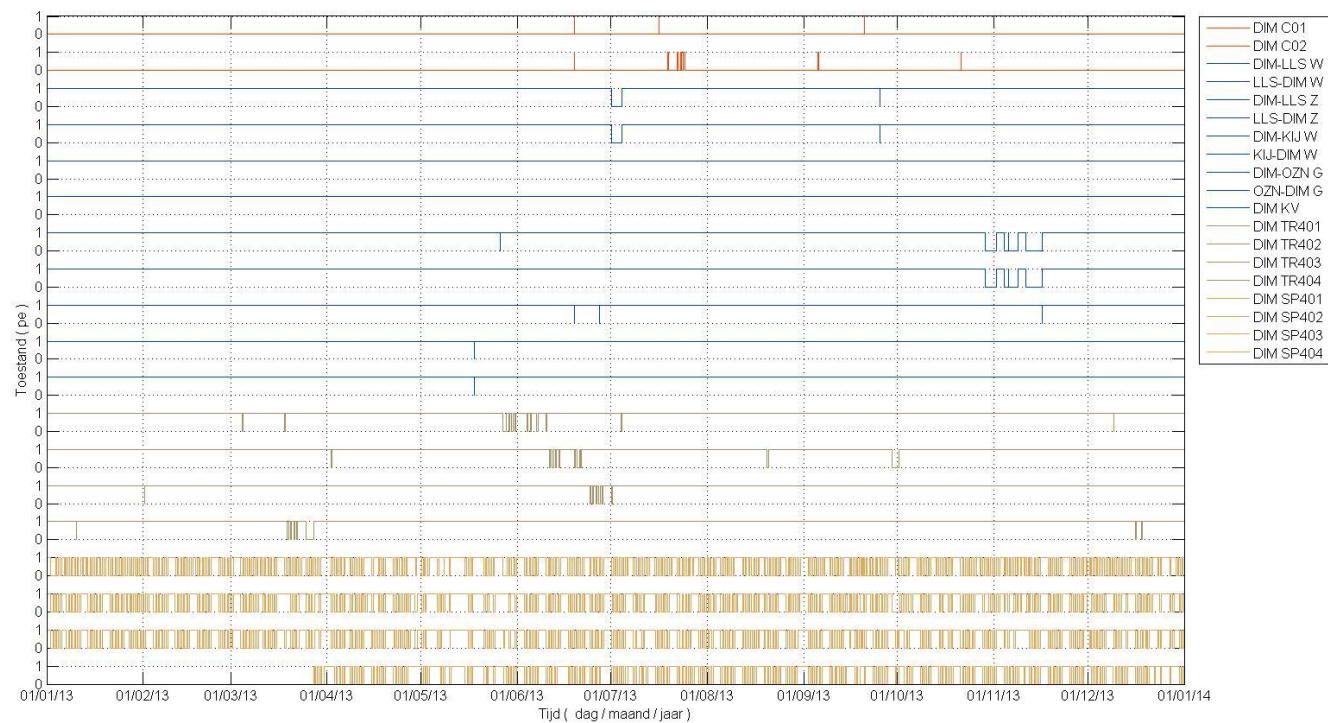
2.1 Condensatorbank te Diemen 380 kV



Figuur 2: Overzicht spanningskwaliteitsmeting en velden van het station

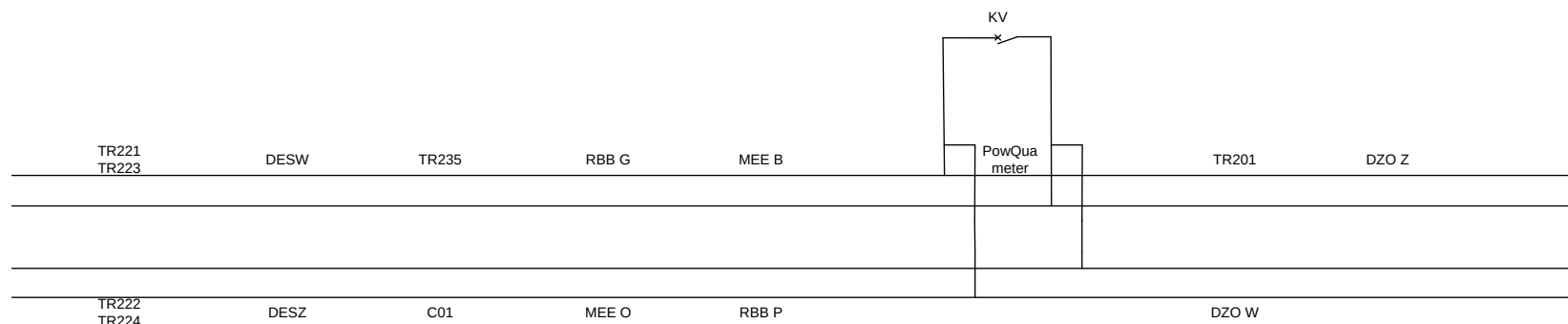


Figuur 3: Spanningskwaliteitsaspecten

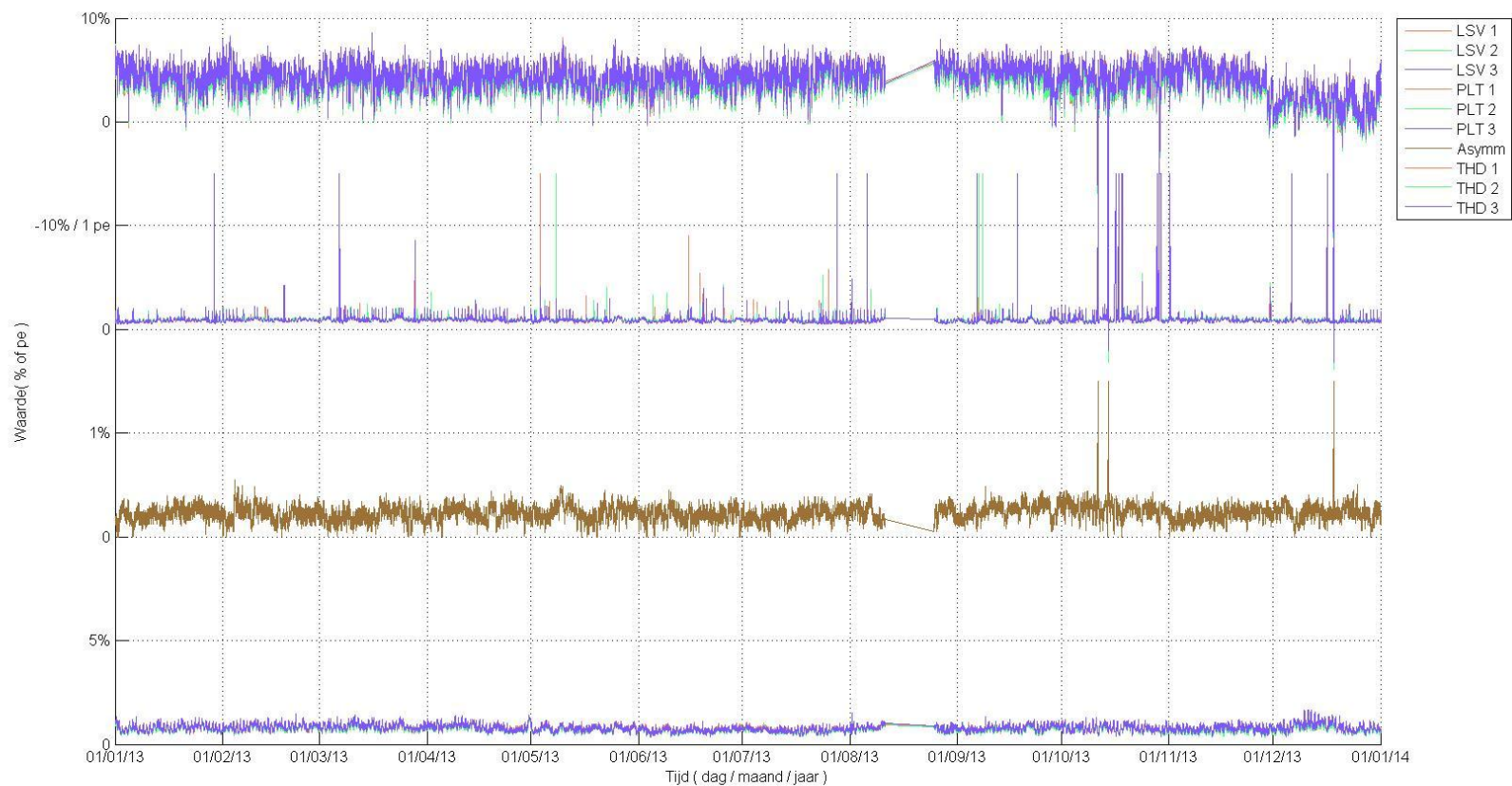


Figuur 4: Toestand van de componenten op het station

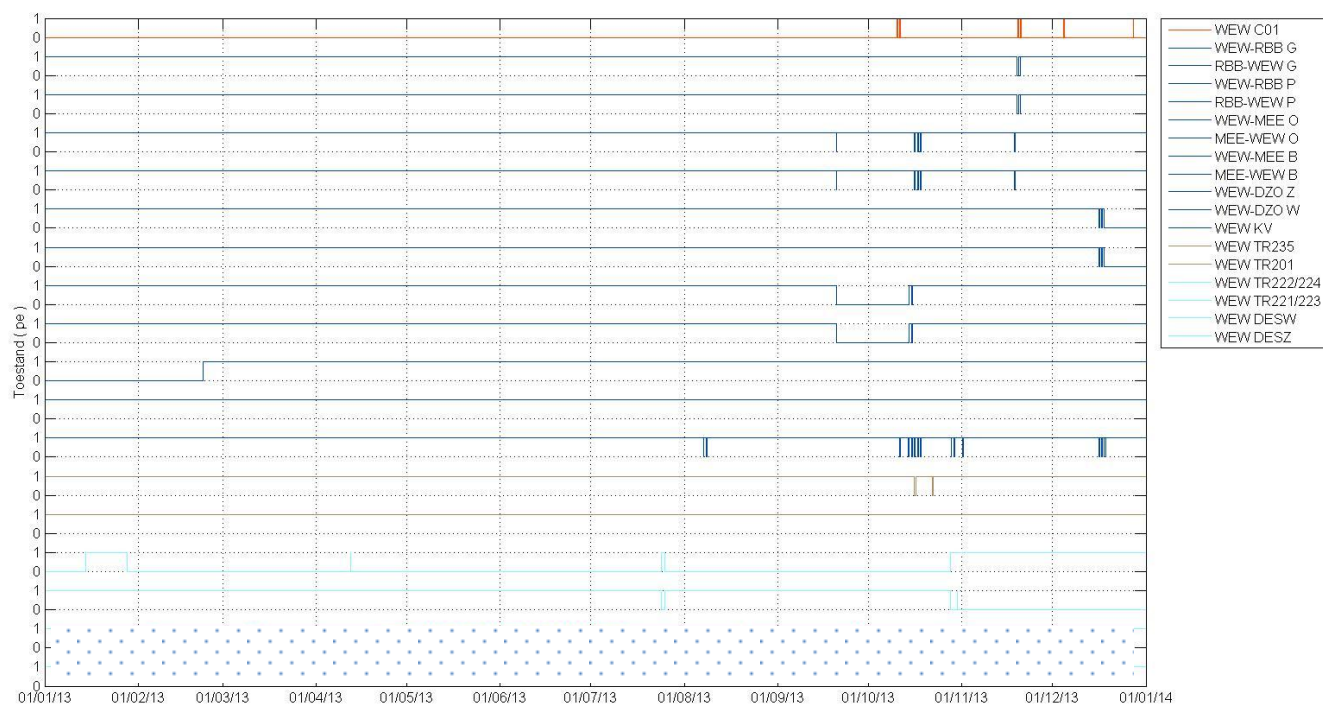
2.2 Condensatorbank te Weiwerd 220 kV



Figuur 5: Overzicht spanningskwaliteitsmeting en velden van het station

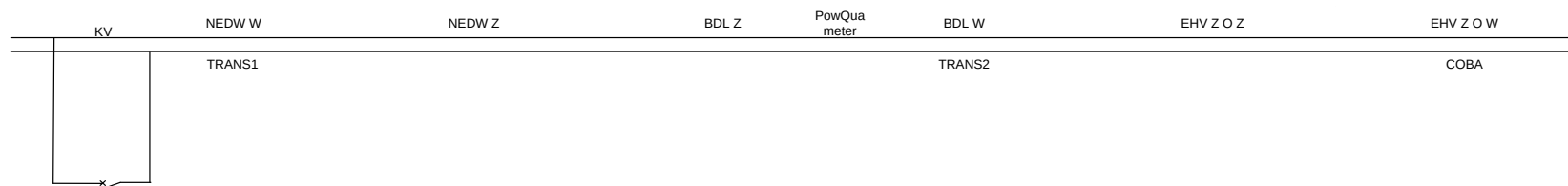


Figuur 6: Spanningskwaliteitsaspecten

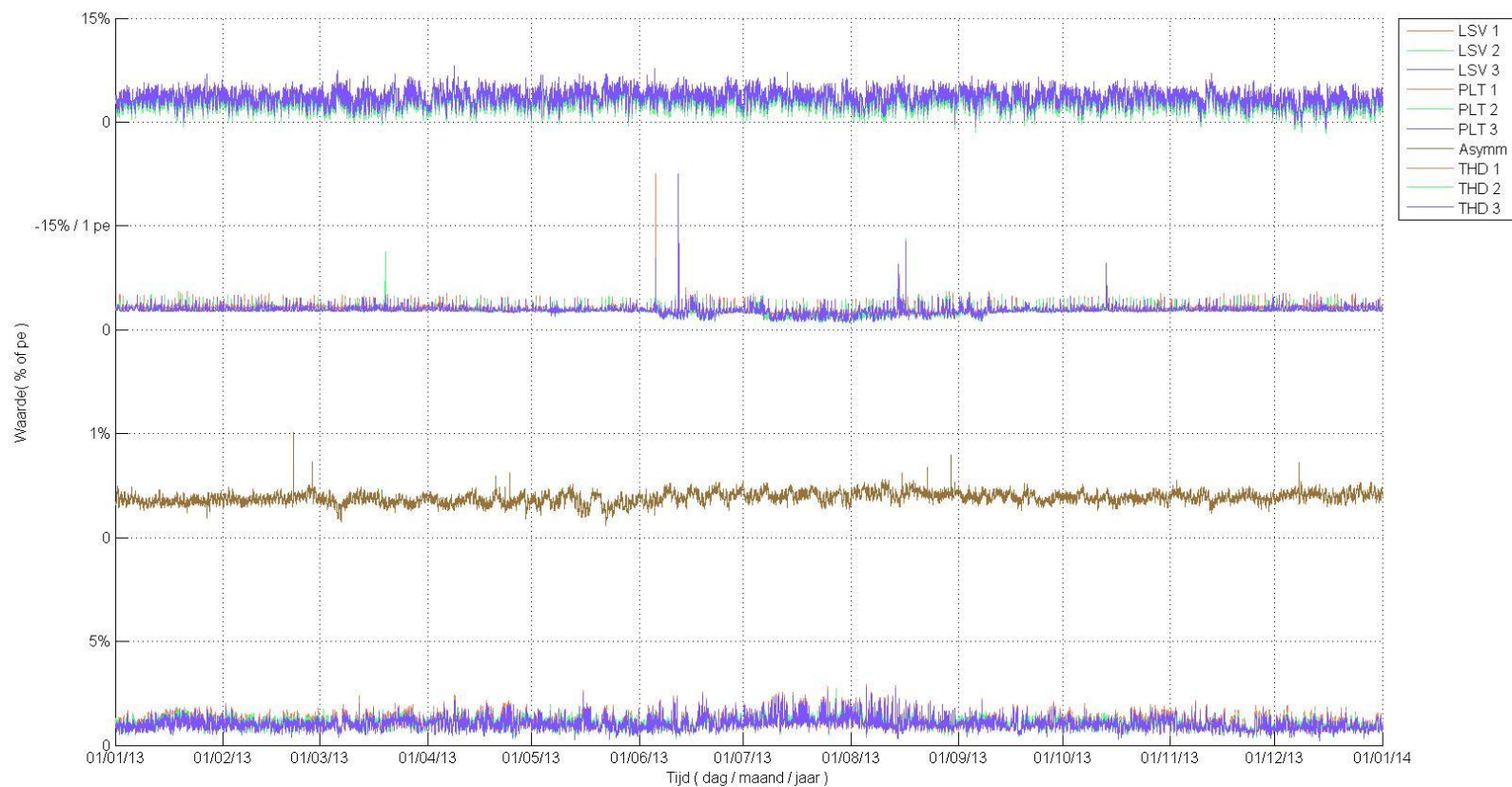


Figuur 7: Toestand van de componenten op het station

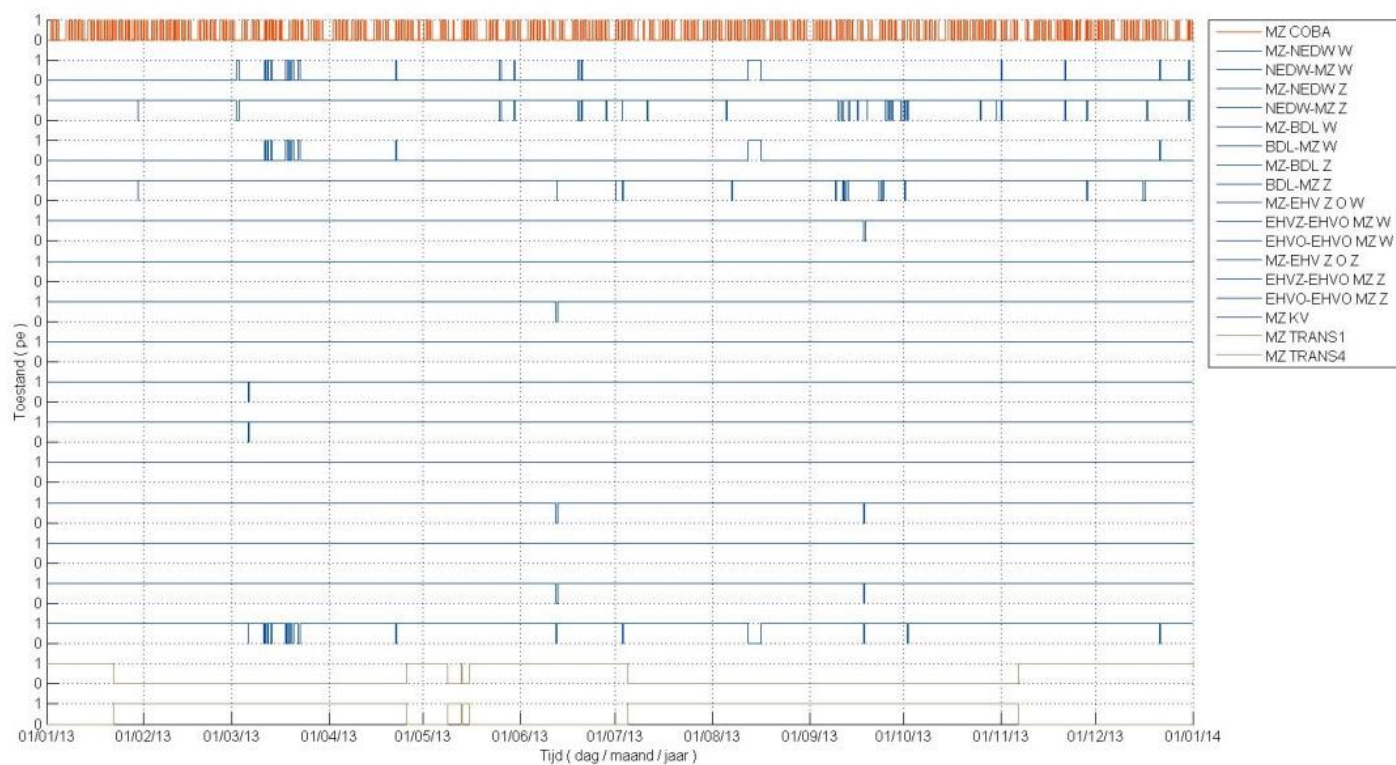
2.3 Condensatorbank te Maarheeze 150 kV



Figuur 8: Overzicht spanningskwaliteitsmeting en velden van het station

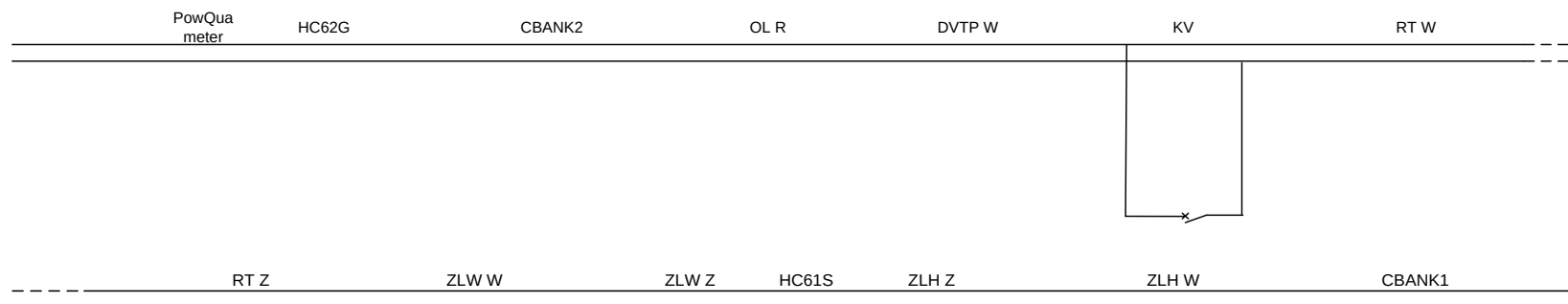


Figuur 9: Spanningskwaliteitsaspecten

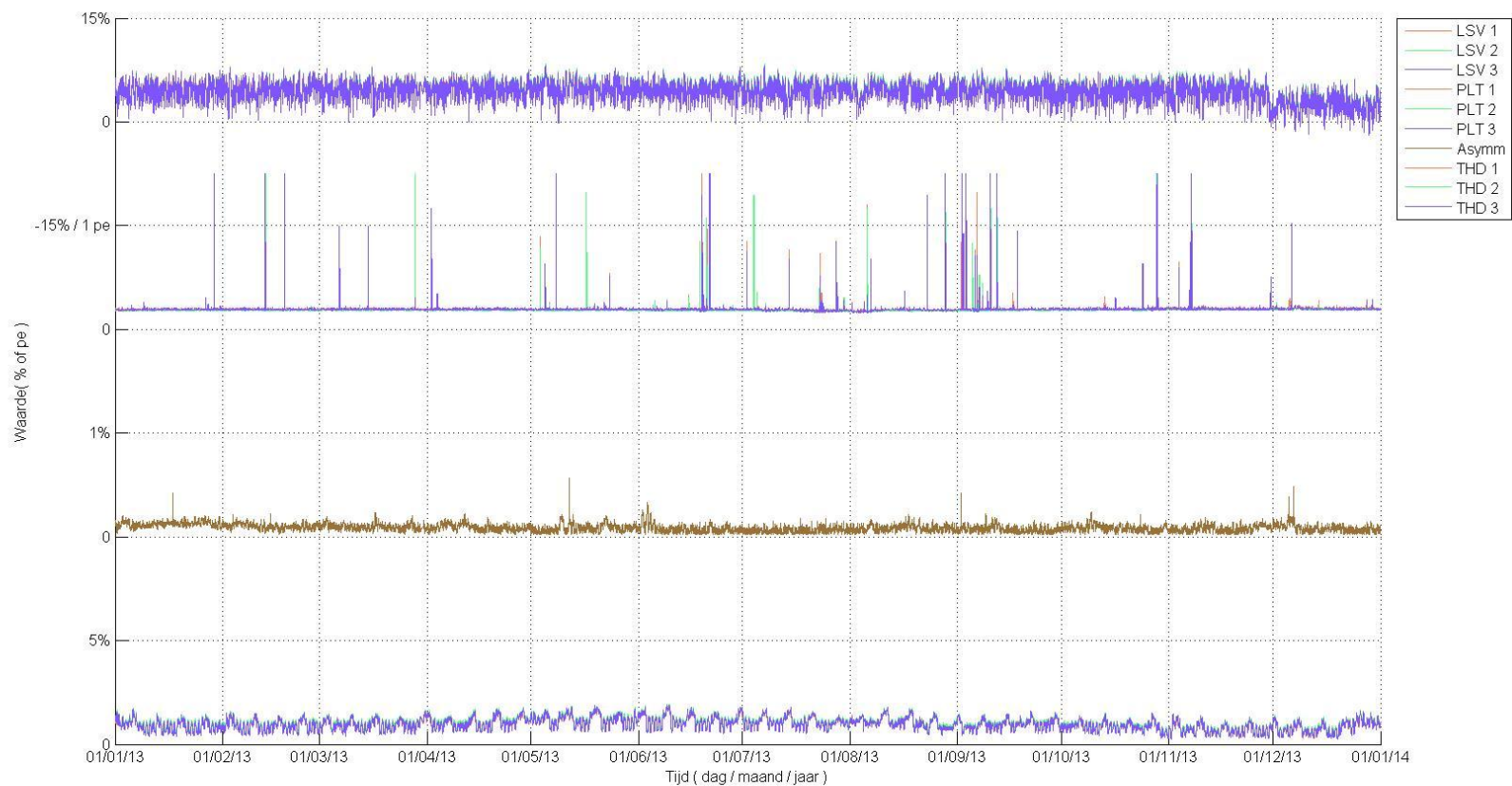


Figuur 10: Toestand van de componenten op het station

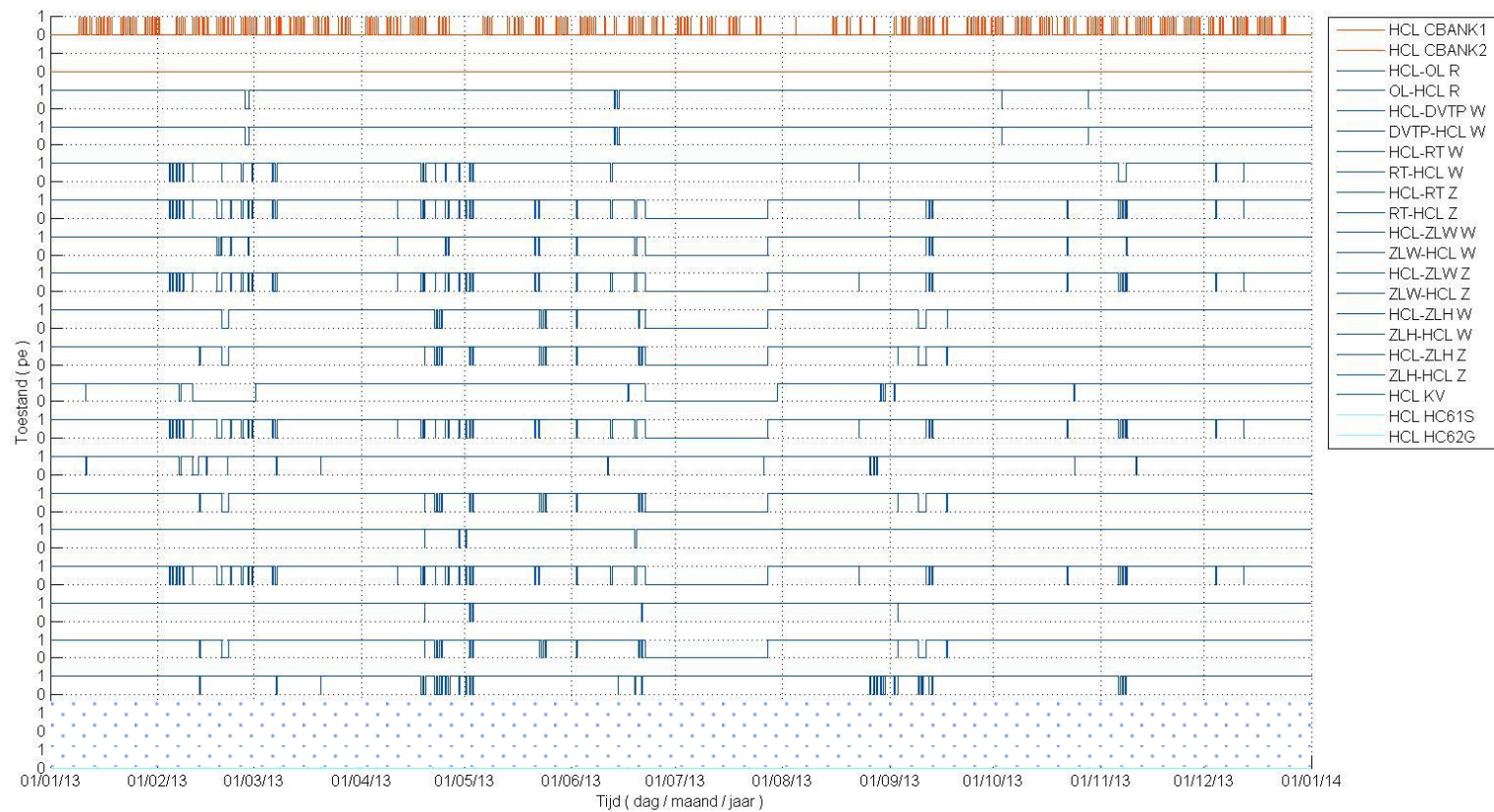
2.4 Condensatorbank Harculo 110 kV



Figuur 11: Overzicht spanningskwaliteitsmeting en velden van het station

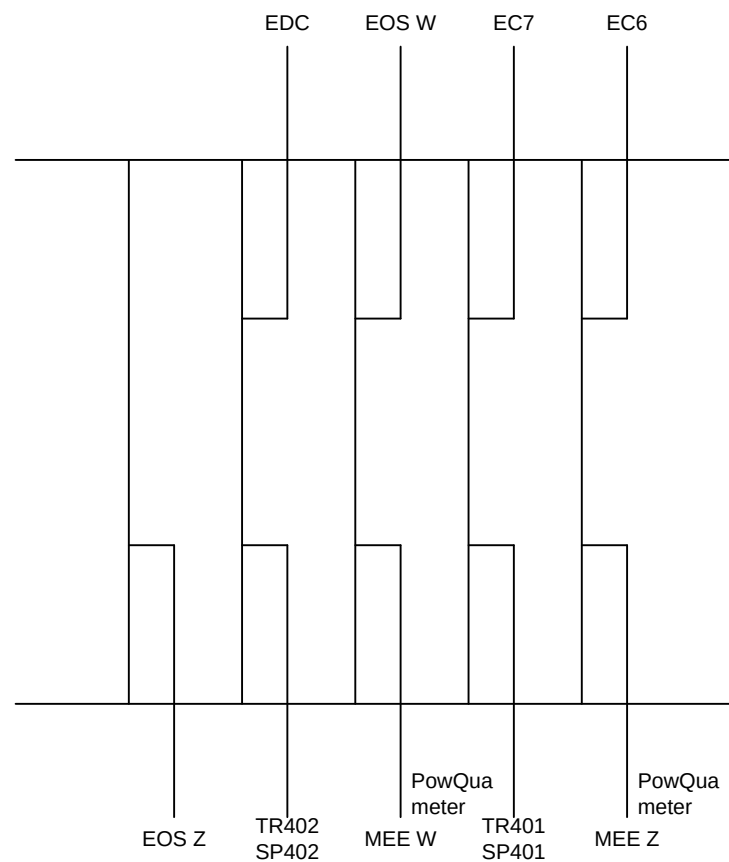


Figuur 12: Spanningskwaliteitsaspecten

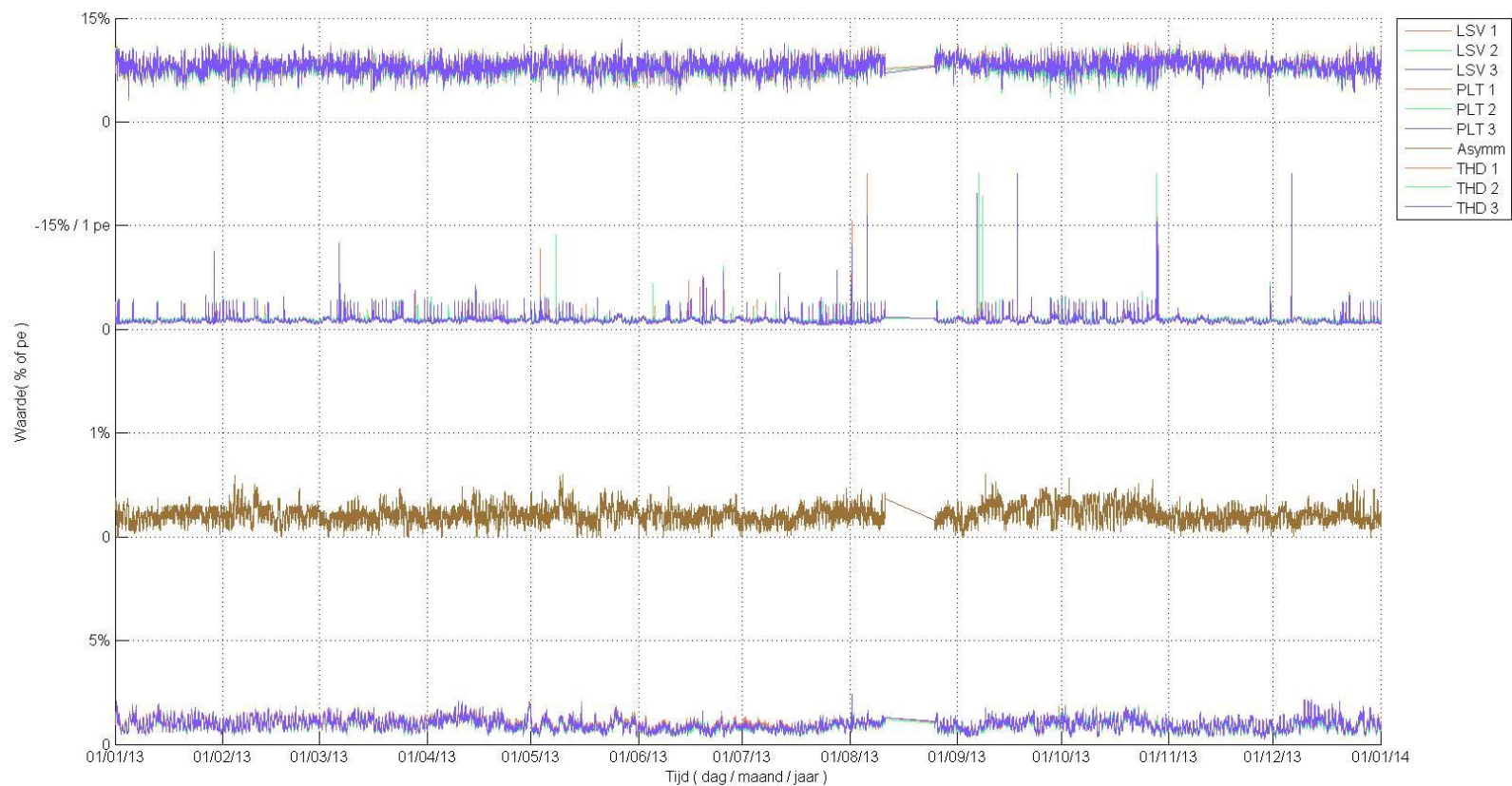


Figuur 13: Toestand van de componenten op het station

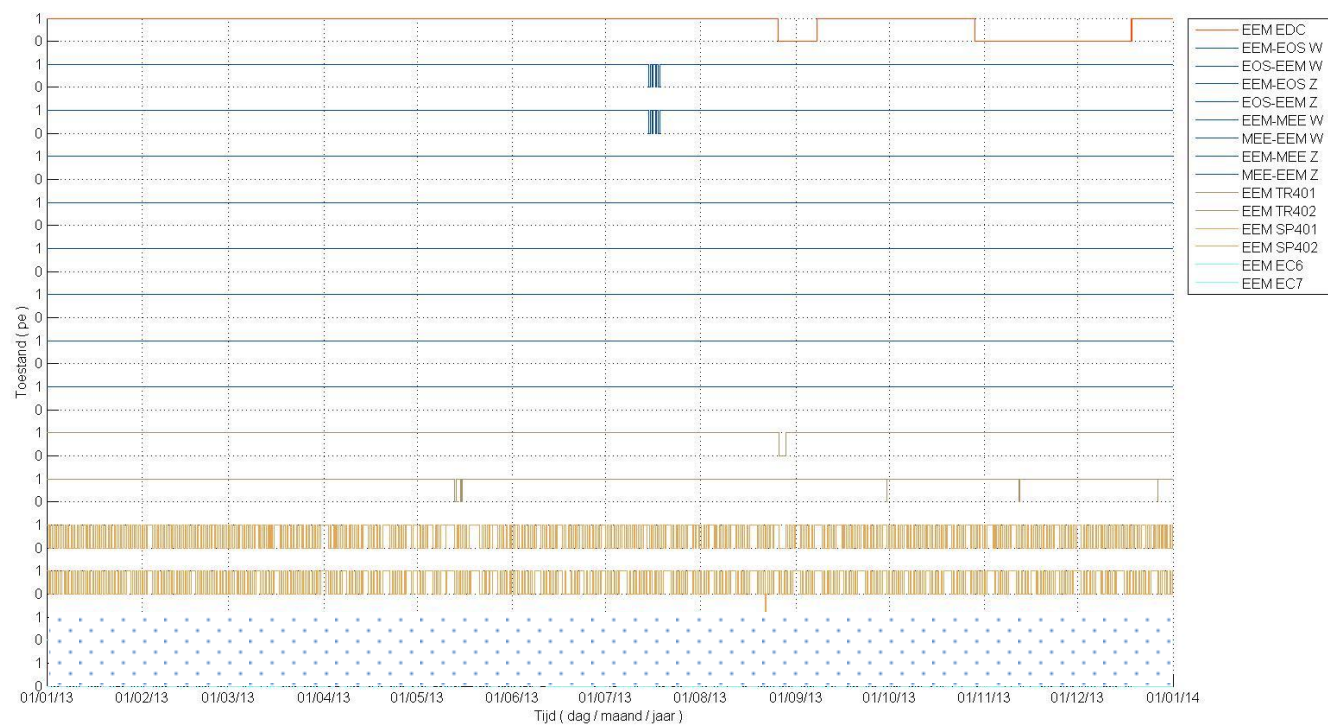
2.5 HVDC NorNed te Eemshaven 380 kV



Figuur 14: Overzicht spanningskwaliteitsmeting en velden van het station

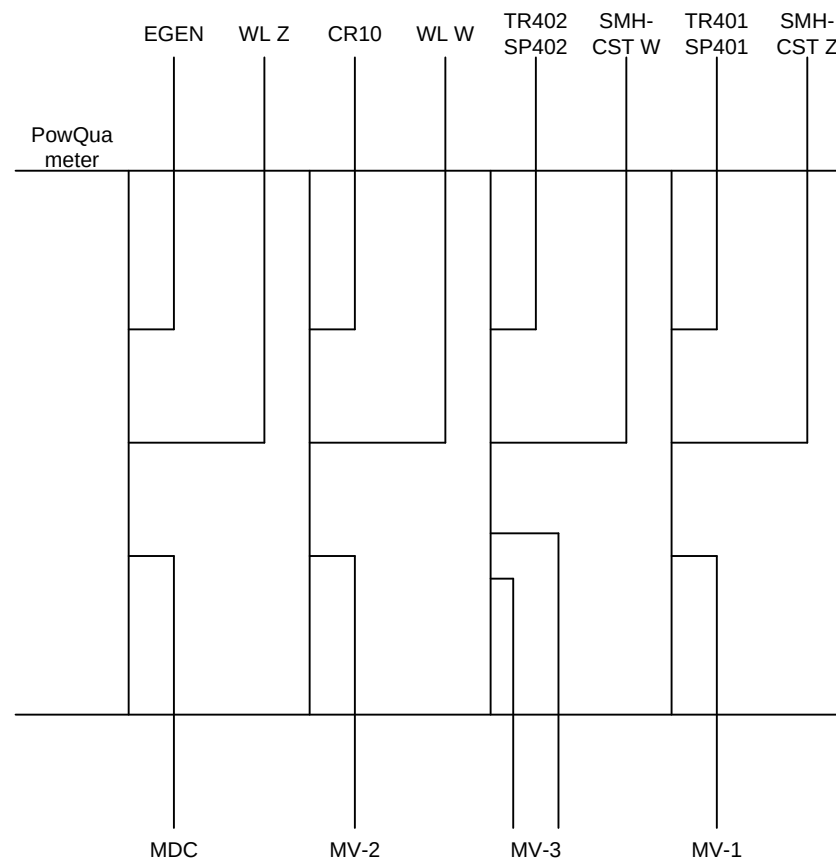


Figuur 15: Spanningskwaliteitsaspecten

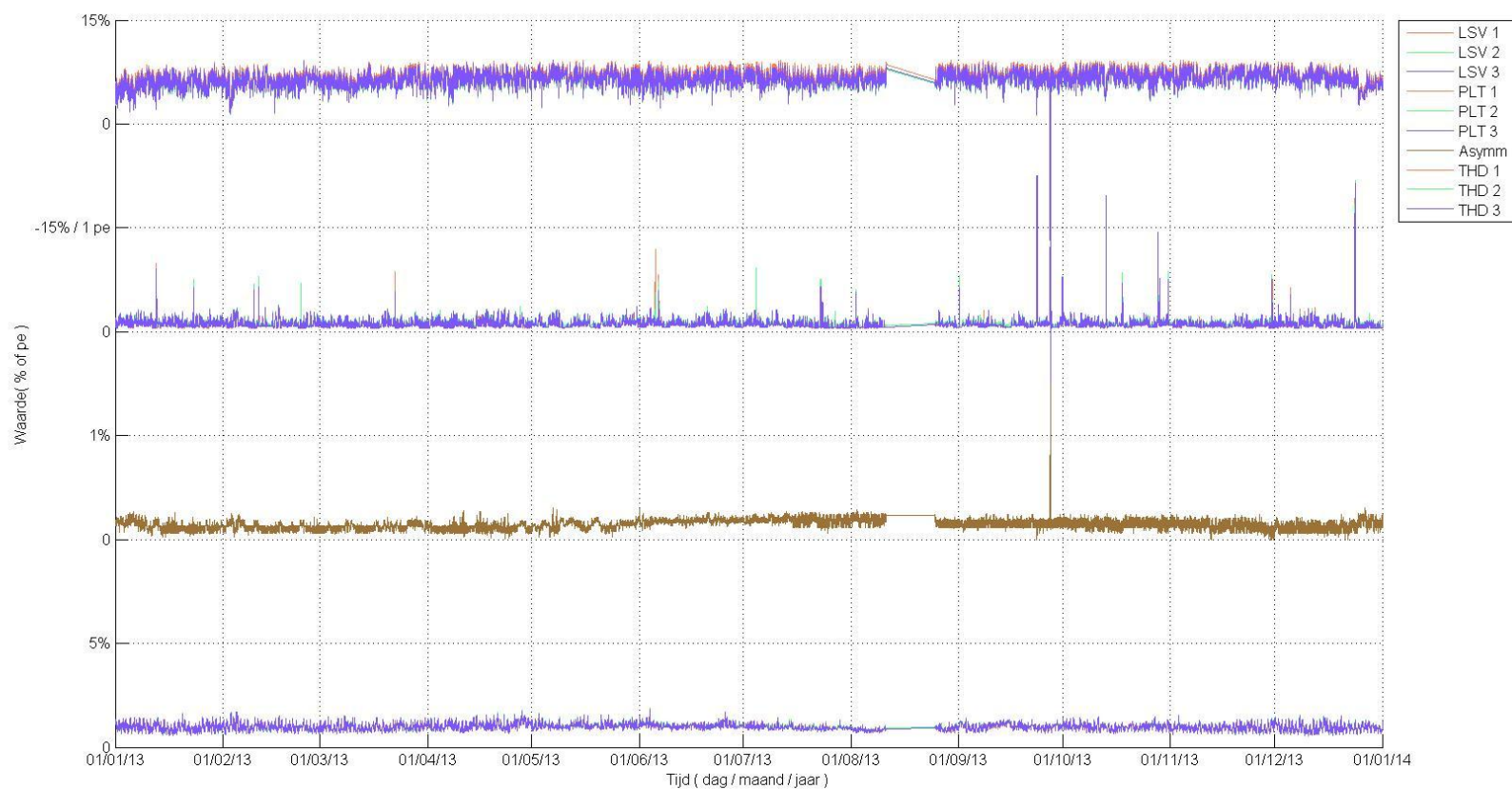


Figuur 16: Toestand van de componenten op het station

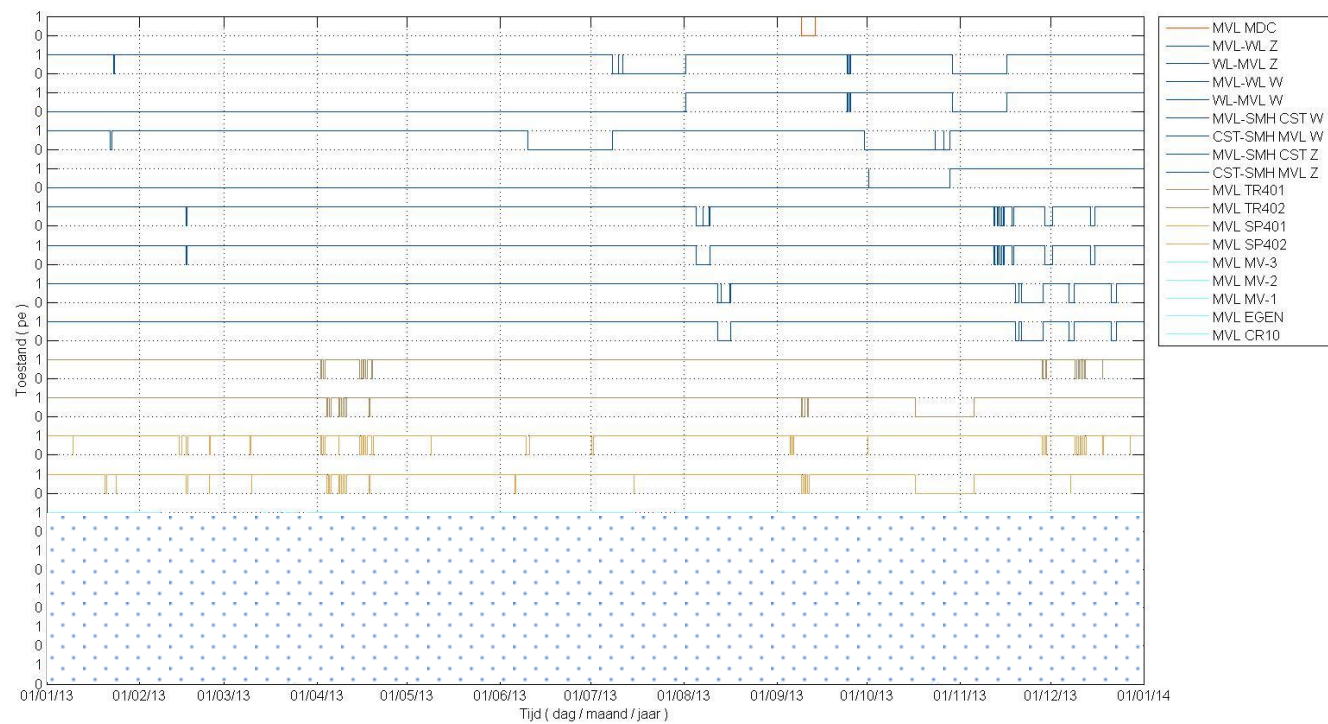
2.6 HVDC BritNed te Maasvlakte 380 kV



Figuur 17: Overzicht spanningskwaliteitsmeting en velden van het station

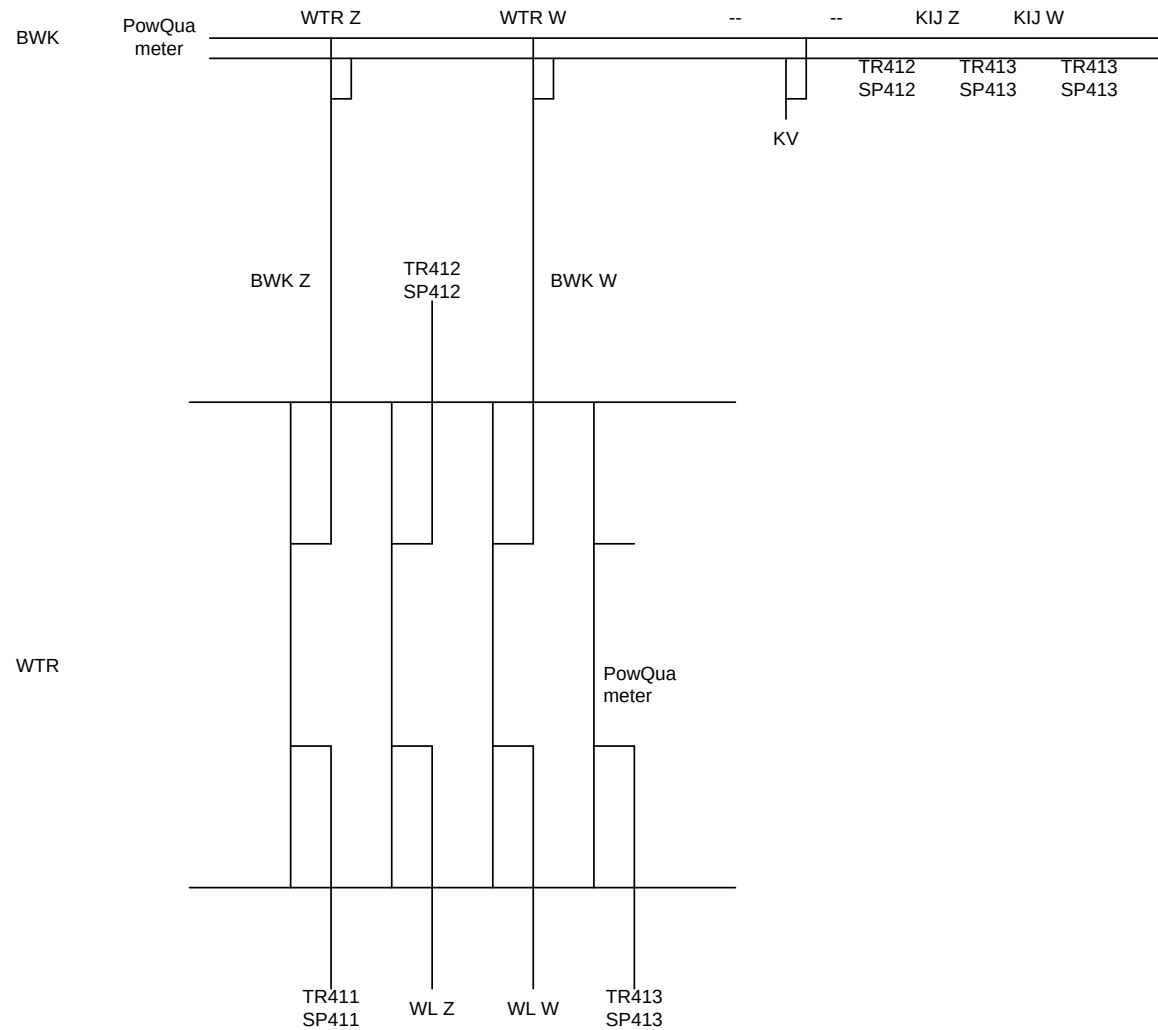


Figuur 18: Spanningskwaliteitsaspecten

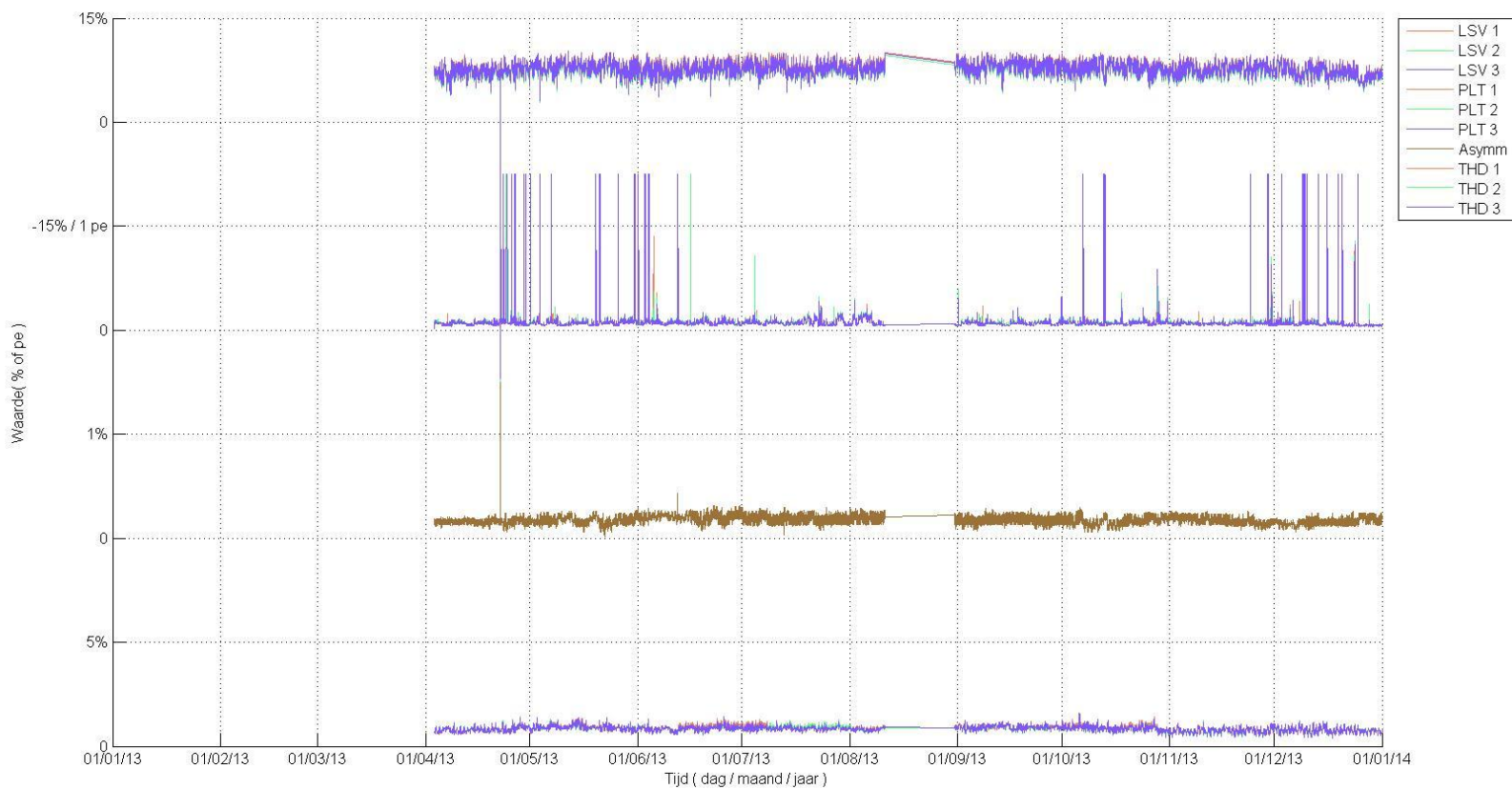


Figuur 19: Toestand van de componenten op het station

2.7 Kabel tussen 380kV-station Wateringen en Bleiswijk

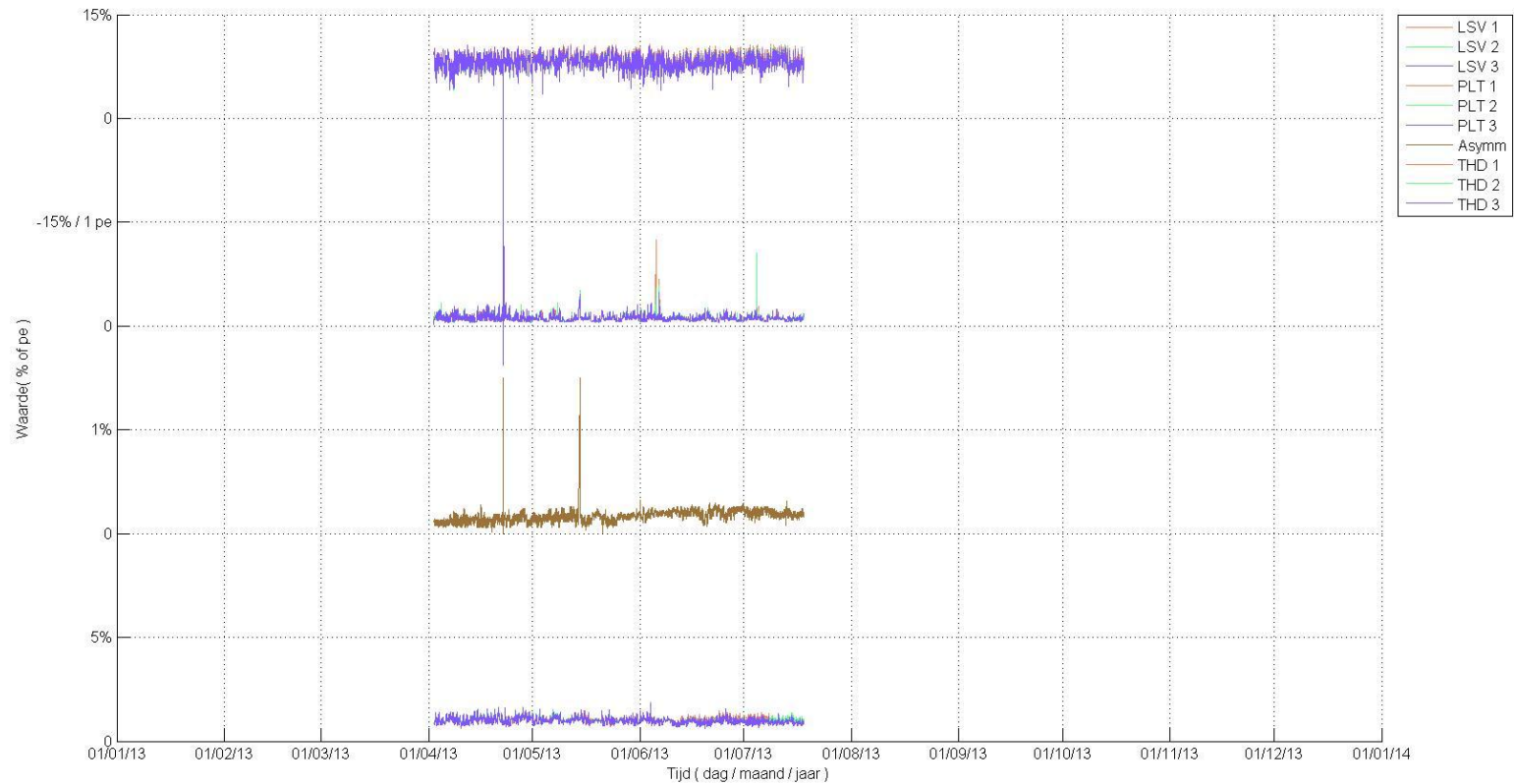


Figuur 20: Overzicht spanningskwaliteitsmeting en velden van het station



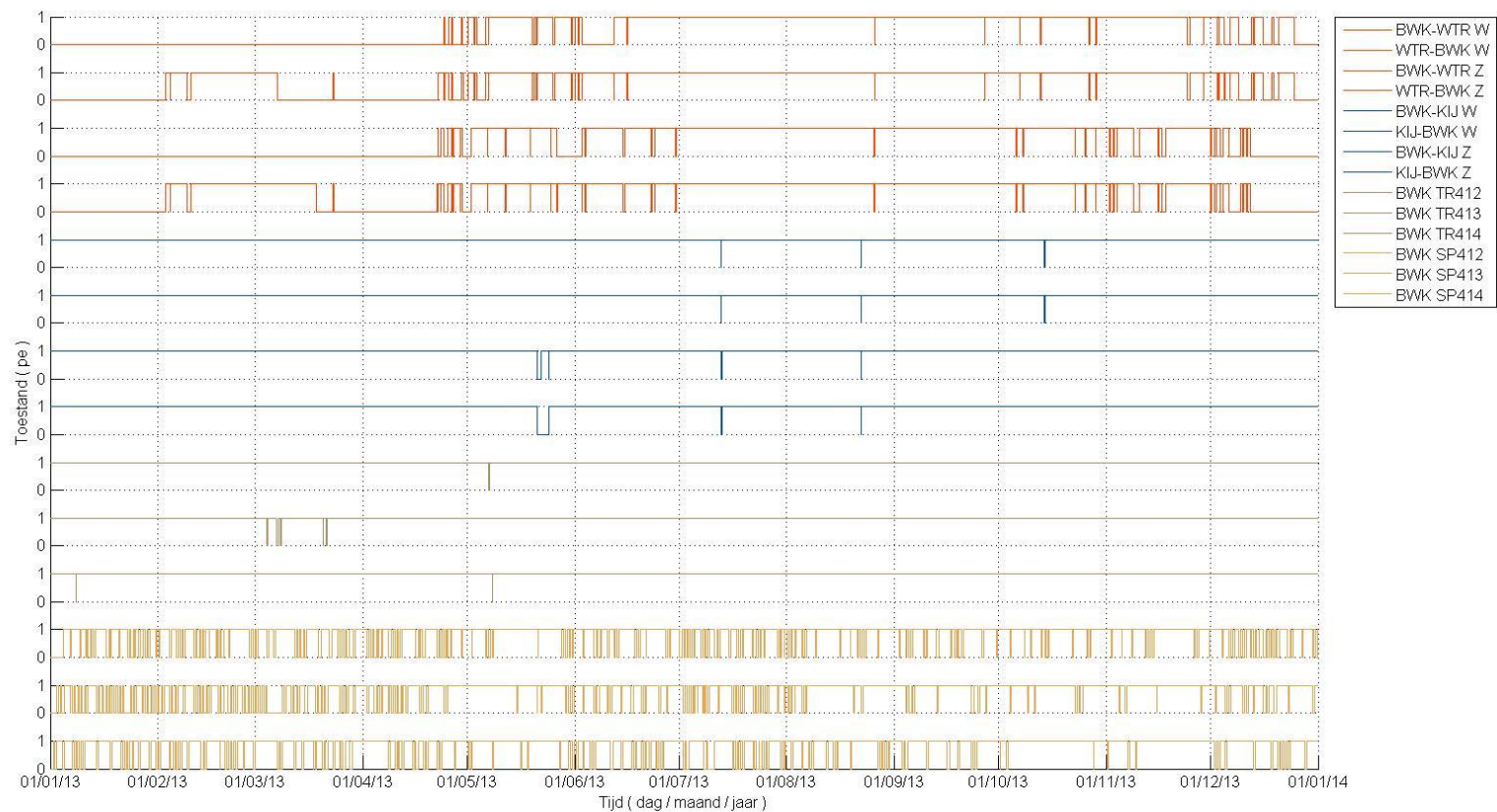
Figuur 21: Spanningskwaliteitsaspecten Bleiswijk⁶

⁶ Omstreeks 3 april 2013 is de spanningskwaliteitsmeter in bedrijf genomen op het station Bleiswijk.

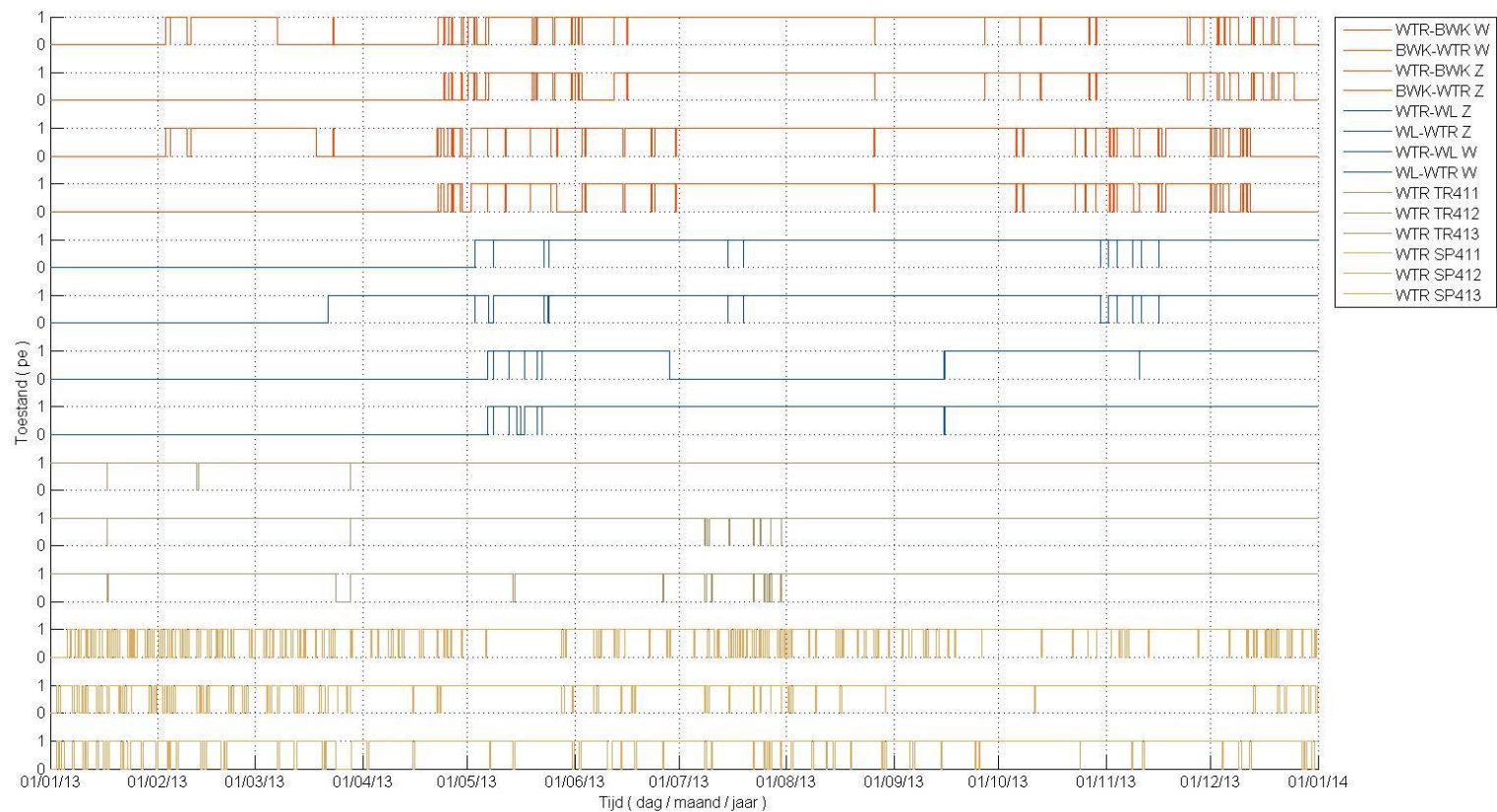


Figuur 22: Spanningskwaliteitsaspecten Watringen⁷

⁷ Omstreeks 2 april 2013 is de spanningskwaliteitsmeter in bedrijf genomen op het station Watringen en rond 18 juni uit bedrijf genomen in verband met kinderziekten van een ander component die in de nabijheid staat.



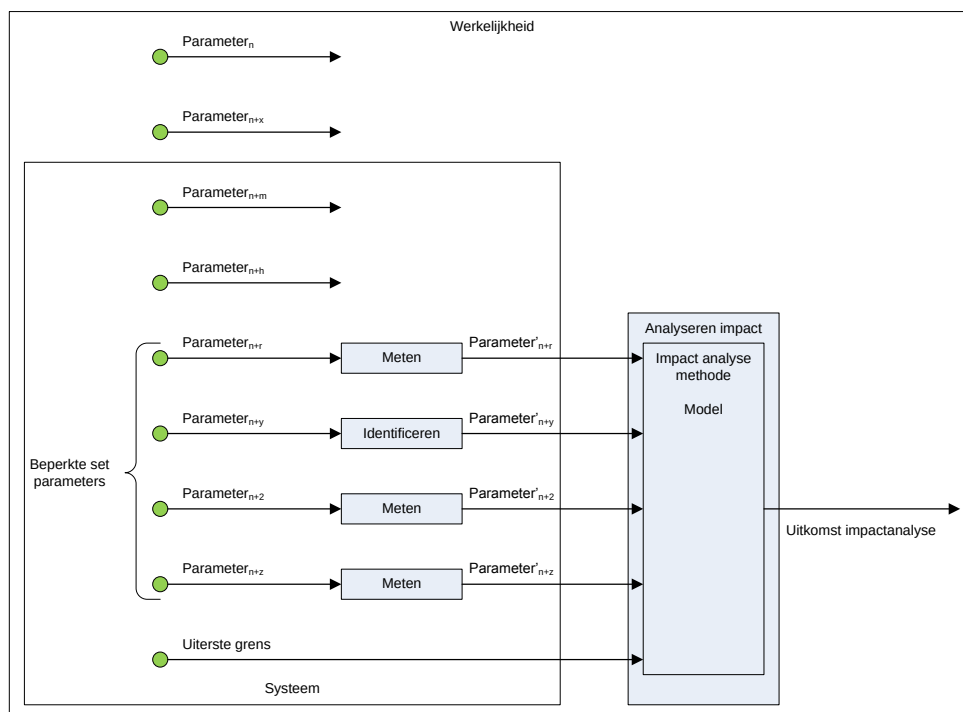
Figuur 23: Toestand van de componenten op het station Bleiswijk



Figuur 24: Toestand van de componenten op het station Wateringen

3. Impactanalyse

Het 'daadwerkelijk storingsniveau' is het storingsniveau zoals deze zich in de werkelijkheid voordoet. In het algemeen kan niet precies het daadwerkelijk storingsniveau van een speciaal project worden vastgesteld en met een uiterste grens worden vergeleken. Dit komt omdat niet alle parameters die nodig zijn om het storingsniveau van een speciaal project vast te stellen volledig bekend zullen zijn. Daarom wordt voor de impactanalyse, per geval, een 'impactanalysemethode' gebruikt die zo nauwkeurig⁸ mogelijk het daadwerkelijk storingsniveau van een speciaal project vast stelt op basis van een beperkte set parameters. In Figuur 25 wordt de impactanalyse geïllustreerd.



Figuur 25: impactanalyse

De impactanalysemethode maakt gebruik van modellen⁹ die de werkelijkheid proberen na te bootsen. De modellen worden zo veel als mogelijk op voorhand samengesteld met aannamen over de werking zoals deze is in de werkelijkheid. De modellen zijn beter naarmate het onderliggende fenomeen beter wordt begrepen, zo worden over het algemeen mechanische fenomenen beter begrepen dan psychologische en economische fenomenen. De speciale projecten en de omgeving waarin zij verkeren zijn beiden zowel mechanisch als psychologisch en economisch van aard.

⁸ De afwijking tussen de gemeten en de werkelijke waarde.

⁹ Zie appendix 5.1

Om het model vorm te geven wordt de 'systeemgrens' in kaart gebracht, ofwel datgene wat van invloed is op de uitkomst van de impactanalyse moet meegenomen worden in het systeem, en ander zaken kunnen worden verwaarloost. Omdat nagenoeg geen informatie voorhanden is over de werking van de werkelijkheid, want spanningskwaliteitsaspecten worden grotendeels bepaald door psychologische¹⁰ en economische fenomenen, zal de uitkomst van de (het) impactanalyse(model) onzekerheden kennen. Getracht wordt deze onzekerheden te verkleinen door het model te verbeteren op basis van de kennis die vergaart wordt uit de metingen en de natuurkundige wetten.

Vervolgens wordt de analysemethode verder vormgegeven, ofwel welke in- en uitvoersignalen moeten worden gemeten, en welke methode is geschikt om uit de signalen¹¹ gegevens te extraheren voor de analyse. Het vormgeven van de analysemethode kent geen generieke aanpak omdat deze erg situatieafhankelijk is. Over het algemeen kan worden aangehouden dat des te meer begrip voorafgaand aanwezig is, en signalen aanwezig zijn, des te beter de analysemethode kan worden vormgegeven. Hierdoor zal het vormgeven van een analysemethode stapsgewijs verlopen, ofwel het vormgeven van de analysemethode zal een aantal keer herhaald moeten worden om uiteindelijk met een geschikte analysemethode de impactanalyse uit te voeren, of bij ongeschiktheid van de analysemethode geen impactanalyse uit te voeren. Meestal wordt gestart met een: 'vrije loop', waarbij gegevens worden verzameld onder normale bedrijfsvoeringscondities zonder in het systeem een bepaalde verstoring op te wekken. Het opwekken van een verstoring is bijzonder lastig omdat men dan ingrijpt in de productieprocessen van de aangeslotenen. Uit de meetgegevens die verkregen zijn tijdens de vrije loop wordt informatie verkregen waarmee bij een eventueel vervolg zaken wellicht nauwkeuriger kunnen worden bepaald.

De Technische Universiteit Eindhoven heeft een opdracht gekregen om meer kennis te verzamelen over de impact van de speciale projecten. U kunt de resultaten vinden in het rapport: 'PU AM 14 778 Inzichten in speciale projecten'.

¹⁰ Denk aan dag-nachtritme van de mens; hoe goed of slecht de economie draait in het algemeen en voor een bepaalde aangeslotene. Hierdoor is er overdag meer belasting die bijvoorbeeld harmonische stromen kan 'opeten' waardoor de spanning een betere vorm blijft houden.

¹¹ Iets dat informatie bevat, kan zowel een meting als een andere informatiebron zijn.

4. Onzekerheid in de uitkomst van de impactanalyse

De onzekerheid in de uitkomst¹² van de impactanalyse hangt onder andere af van:

- de mate waarin het speciale project stoort;
- de mate waarin de omgeving stoort;
- de meetnauwkeurigheid¹³ van de meetinrichting.

De onzekerheid in de uitkomst van de impactanalyse kan verbeterd worden als er een oorzakelijk verband ontdekt kan worden tussen de speciaalprojectparameters en de omgevingsparameters. Bijvoorbeeld als het speciale project twee maal zoveel vermogen levert en alle onderdelen van het elektriciteitsnet en de aangesloten veranderen niet, dan is de bijdrage van het speciale project aan een spanningskwaliteitsaspect verhoudingsgewijs groter. Dit wil niet zeggen dat als je constateert dat iets verhoudingsgewijs zo groot wordt en dit tegelijkertijd optreedt met het veranderen van het speciaal project, dat dan het speciaalproject de oorzaak is.

Een spanningskwaliteitsmeting bevat zowel de verstoringen als gevolg van het speciale project als ook de verstoring van de omgeving. Zowel de omgeving als het speciale project zullen veranderen en dus zullen beiden op elk moment de storing anders beïnvloeden. Hierdoor is het van belang dat een beeld wordt verkregen van de bedrijfsvoeringstoestand gedurende de periode waarover geanalyseerd wordt, zodat kan worden nagegaan wat op ieder moment de beïnvloeding was. Doormiddel van een analyse worden alle aspecten met elkaar in verband gebracht om tot een vaststelling van het daadwerkelijk storingsniveau van het speciale project te komen, of niet tot een vaststelling te komen omdat de uitkomsten van de analyse te onzeker zijn.

Als de meting nauwkeurig¹⁴ genoeg is, dan staat in Tabel 1 de bijdrage aan de onzekerheid waarmee het storingsniveau van een speciaal project uit een meting kan worden vastgesteld als gevolg van het storingsniveau van het speciaal project en die van de omgeving.

Storing door het project	Storing door de omgeving	Bijdrage aan de onzekerheid
Hoog	Laag	Laag
Hoog	Midden	Middelmatig
Midden	Laag	Middelmatig
Hoog	Hoog	Hoog
Midden	Midden	Hoog
Laag	Laag	Hoog
Midden	Hoog	Zeer hoog

¹² Voor een uitgebreide beschrijving van onzekerheden zie Annex C: 'Bronnen van meetonzekerheid' van het document, 'Uitdrukken van de meetonzekerheid van kalibraties', Document code: RvA-Tk2.8, uitgegeven door Raad voor Accreditatie (RvA).

¹³ Meetonzekerheid.

¹⁴ Verondersteld wordt dat de meetapparatuur een kleine meetonzekerheid heeft.

Laag	Midden	Zeer hoog
Laag	Hoog	Zeer, Zeer hoog

Tabel 1: Onzekerheid van de vaststelling van het daadwerkelijk storingsniveau van een speciaal project uit een meting als gevolg van het niveau van de verstoringen.

Om uit een meting de specifieke bijdrage van een project of de omgeving te destilleren, wordt tijdens de analyses gekeken naar veranderingen van de parameters van: het project, de omgeving of een combinatie van allebei. De bijdrage aan de onzekerheid waarmee het storingsniveau van een speciaal project uit een meting kan worden vastgesteld als gevolg van de veranderingen in de project- en omgevingsparameters staan in Tabel 2.

Verandering projectparameters	Verandering omgevingsparameters	Bijdrage aan de onzekerheid
Bekend	Bekend	Laag
Bekend	Middelmatig bekend	Middelmatig
Middelmatig bekend	Bekend	Middelmatig
Bekend	Niet bekend	Hoog
Middelmatig bekend	Middelmatig bekend	Hoog
Niet bekend	Bekend	Hoog
Middelmatig bekend	Niet bekend	Zeer hoog
Niet bekend	Middelmatig bekend	Zeer hoog
Niet bekend	Niet bekend	Zeer, Zeer hoog

Tabel 2: Onzekerheid van de vaststelling van het storingsniveau van een project als gevolg van de verandering van parameters van de omgeving en het project.

De verandering van de project- en omgevingsparameters kunnen uit verschillende signalen worden gedestilleerd zoals bijvoorbeeld:

- standmeldingen van componenten van het elektriciteitsnet;
- metingen van de effectieve waarden van de spanning en stroom;
- spannings- en stroomfasoren per frequentie.

Elk van deze signalen levert een verschillende bijdrage aan de onzekerheid, zo zullen stroom- en spanningsfasoren per frequentie minder onzekerheid toevoegen dan de standmeldingen. Hoeveel de bijdrage wordt verminderd door deze signalen is onduidelijk.

De onzekerheid van de vaststelling van het storingsniveau van het speciale project hangt onder andere af van het samenstel van: de mate van verstoring van het specifiek project en de omgeving (Tabel 1) alsook de kennis van de project- en omgevingsparameters (Tabel 2) die vergaart kunnen worden. In Tabel 3 is onzekerheid in de uitkomst van de impactanalyse uitgewerkt.

Onzekerheid uitkomst impactanalyse			Bekend	Bekend	Middelmatig bekend	Bekend	Middelmatig bekend	Niet bekend	Middelmatig bekend	Niet bekend	Niet bekend	Verandering projectparameters
			Bekend	Middelmatig bekend	Bekend	Niet bekend	Middelmatig bekend	Bekend	Niet bekend	Middelmatig bekend	Niet bekend	Verandering omgevingsparameters
			Laag	Middelmatig bekend	Middelmatig bekend	Hoog	Hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer, Zeer hoog	Onzekerheid Omgevingsparameters
Hoog	Laag	Laag	Laag	Middel	Middel	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	
Hoog	Midden	Middelmatig	Middel	Hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	
Midden	Laag	Middelmatig	Middel	Hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	
Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	
Midden	Midden	Hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	
Laag	Laag	Hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	
Midden	Hoog	Zeer hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	
Laag	Midden	Zeer hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	
Laag	Hoog	Zeer, Zeer hoog	Hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	Zeer hoog	
Verstoring door het project	Verstoring door de omgeving	Onzekerheid in de bijdrage aan de spanningsverstoring										

Tabel 3: Onzekerheid uitkomst impactanalyse als gevolg van verschillende onzekerheidsbijdragen

Met andere woorden: het slagen van de impactanalyse hangt sterk af van de mate waarin de onzekerheid in de uitkomst van de impactanalyse kan worden beteugeld. Een goed begrip van alle onzekerheidsbronnen is daarbij van belang.

5. Appendix

5.1 Model

We spreken over een 'black box model' als er over de werking zeer weinig bekend is, dit in tegenstelling tot een 'white box model' waarvan zeer veel bekend is.

Een white box model is bijvoorbeeld een model dat de toonhoogte en de geluidsterkte van een viool beschrijft. Dit model is met wiskundige vergelijkingen te beschrijven.

Hoe de geluidsterkten en de tonen van de viool zijn, die door een improviserende muzikant ten gehore worden gebracht, is wellicht met veel moeite met een black box model te beschrijven, of totaal niet. De toonhoogte en geluidsterkte is niet vooraf met een model te voorspellen, want de toonhoogte en geluidsterkte ontstaat spontaan naar aanleiding van de emoties van de muzikant. Probeer maar eens synchroon mee te neuriën op improviserende muziek.

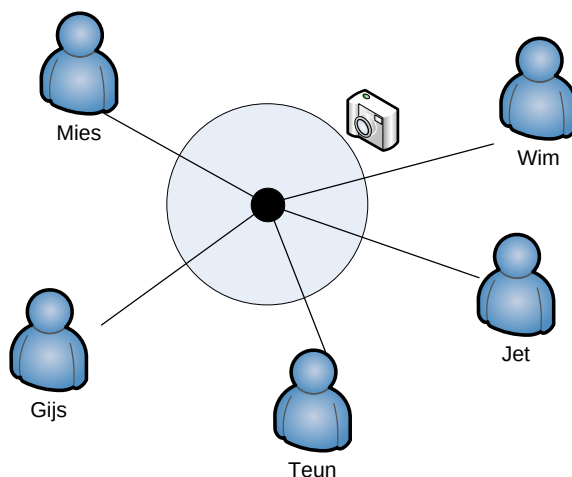
Alles wat hier tussen in ligt wordt met een 'gray box model' beschreven zoals bijvoorbeeld een partituur van een muziekstuk. De componist heeft zijn emoties in de partituur verwerkt. De toonhoogte en de geluidsterkte zijn vooraf met de partituur te voorspellen, want de toonhoogte en geluidsterkte ontstaat naar aanleiding van de partituur.

5.2 Grenzen

Grenzen worden opgedeeld in:

- compatibiliteitsgrenzen;
- planningsgrenzen voor het elektriciteitsnet;
- planningsgrenzen voor de aangeslotene.

Deze grenzen zijn te beschrijven met het trekken aan een touw door verschillende¹⁵ personen. De afspraak is dat een ieder aan zijn touw trekt met een kracht die binnen voor één ieder vastgestelde grens¹⁶ ligt. Deze grens is afgestemd op de persoon in relatie tot de groep van personen die aan het touwtrekken zijn. Veder is het de bedoeling dat de knoop ongeveer in het midden blijft¹⁷. De plek waar de knoop zich bevindt, wordt vastgesteld met behulp van een camera¹⁸, waarbij de camera alleen zicht heeft op een cirkelvormig gedeelte rond het midden.



Figuur 26: Voorbeeld meting: omgeving en meetinrichting

¹⁵ De verschillende personen weerspiegelen de omgeving

¹⁶ Emissie-eis

¹⁷ Compatibiliteitseis

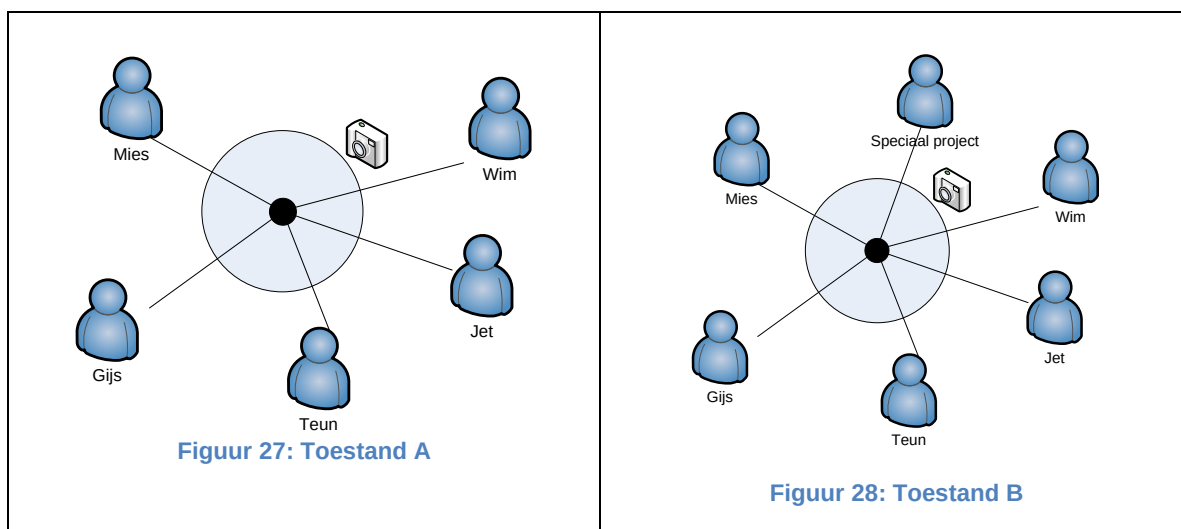
¹⁸ Spanningskwaliteitsmeting

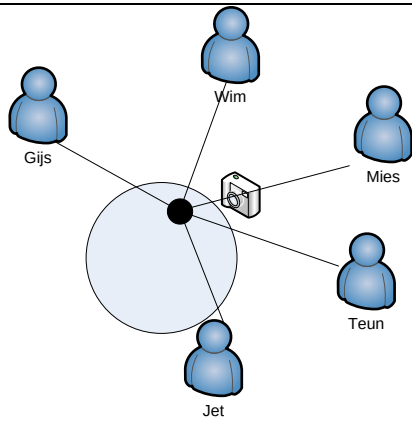
5.3 Spanningskwaliteitsmeting

Als het speciale project heel hard aan het touw trekt ten opzichte van de andere personen, dan is de verstoring ten opzichte van het midden voor een groot gedeelte toe te wijzen aan het speciale project of aan de niet sterke tegenreactie van de omgeving, dit is weergegeven in Figuur 33. De analyse is dan eenvoudig, immers een reactie van het speciale project steekt er met kop en schouders boven uit.

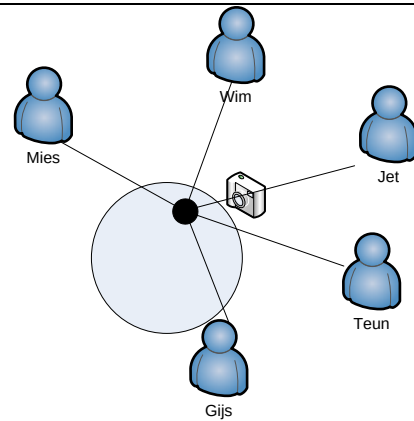
In de praktijk is de analyse weerbarstiger, er zullen meerdere personen aan het touw trekken, en dan wordt het lastig met één camera na te gaan wat nu precies de storingsinvloed is van het speciale project ten opzichte van de andere personen. In Figuur 27 tot en met Figuur 32 ziet u een verandering in de blauwe cirkel ten opzichte van het midden als gevolg van verschillende wijzen waarop aan het touw wordt getrokken.

Als je alleen de blauwe cirkel (dit is de spanningskwaliteitsmeting) ziet kun je niet nagaan wie de verplaatsing heeft veroorzaakt. De knoop zit rechtsboven maar die is daar op verschillende manieren gekomen. Dit is de moeilijkheid die men ondervindt als men alleen op een enkele metingen afgaat, men weet niet wie op welk moment er allemaal bij de verstoring betrokken is en in welke mate.

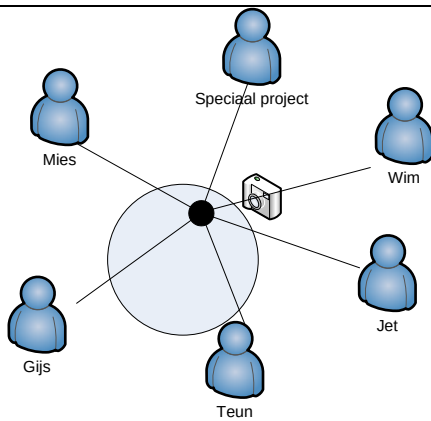




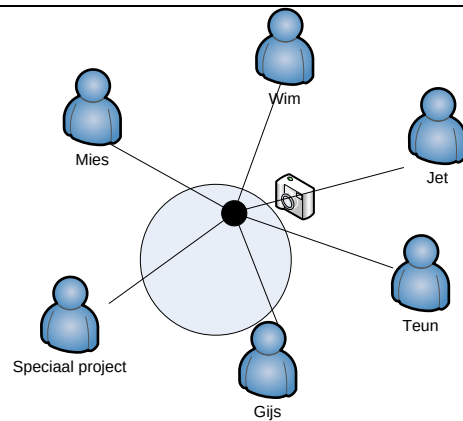
Figuur 29: Toestand C



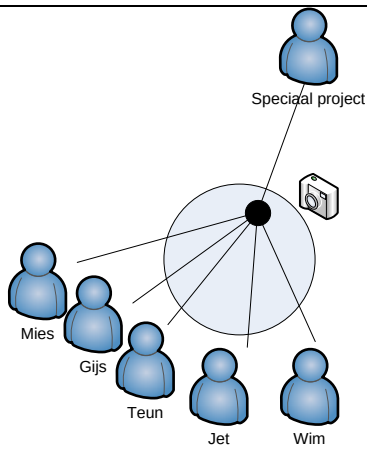
Figuur 30: Toestand D



Figuur 31: Toestand E



Figuur 32: Toestand F

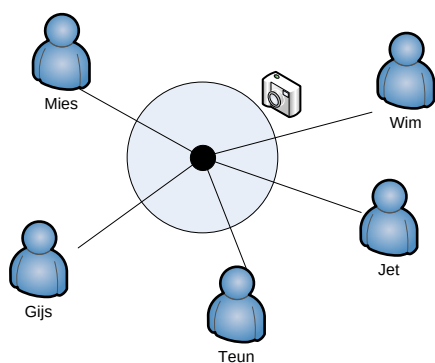


Figuur 33: Toestand G

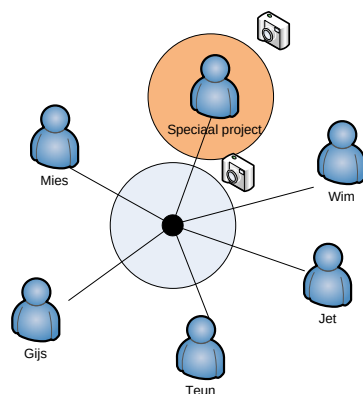
5.4 Invloed omgeving

5.4.1 Alleen naar speciaal project kijken

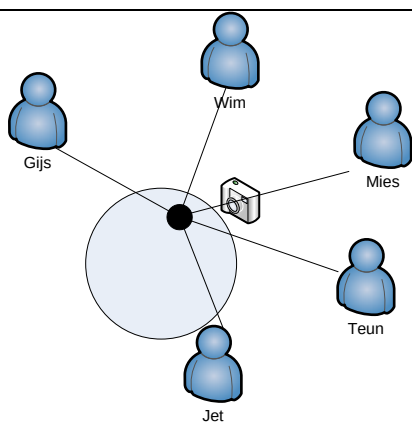
Om na te gaan wat de bijdrage aan de verplaatsing van de knoop door één persoon is, wordt gekeken naar de veranderingen van die ene persoon en de verandering van de knoop. Men zou kunnen kijken of één persoon aanwezig was, of niet, en dan na gaan waar de knoop zich bevindt. Dit is de zogenaamde nulmeting. Een voorbeeld staat in Figuur 34 tot en met Figuur 42. De middelste cirkel is de meting en de andere cirkel is de meting of die ene persoon aanwezig was of niet. Toestand A, C en D geven de situatie aan dat het speciale project nog niet is geïnstalleerd. Toestand H en I geven aan dat het speciale project uit stond.



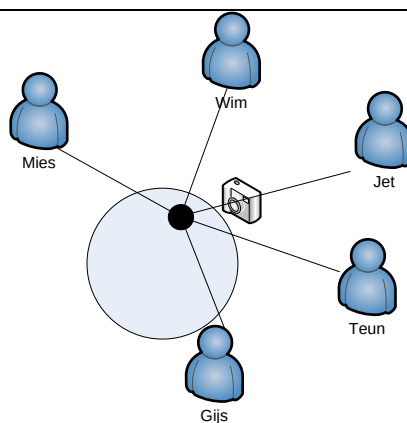
Figuur 34: Toestand A



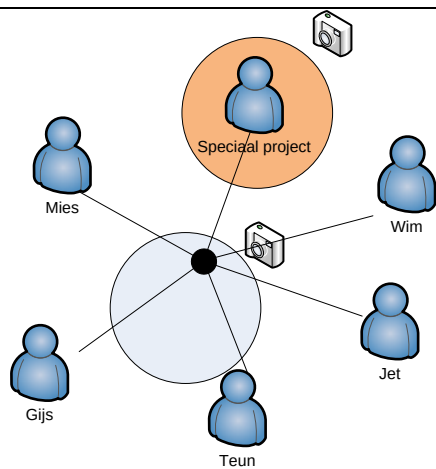
Figuur 35: Toestand B



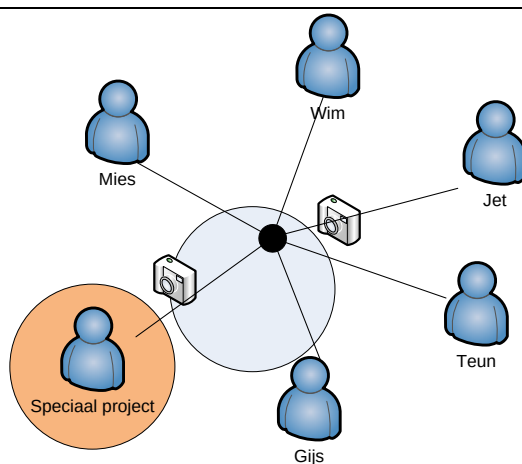
Figuur 36: Toestand C



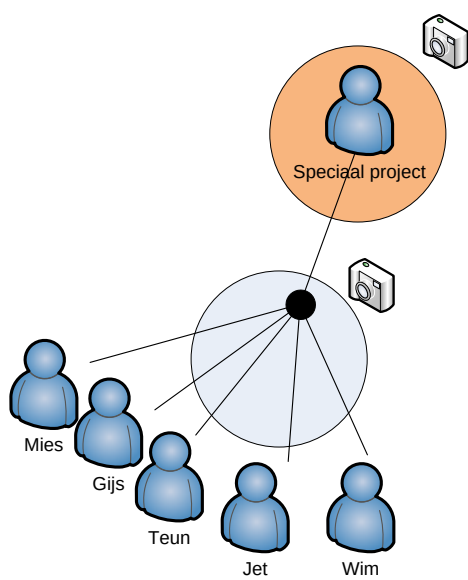
Figuur 37: Toestand D



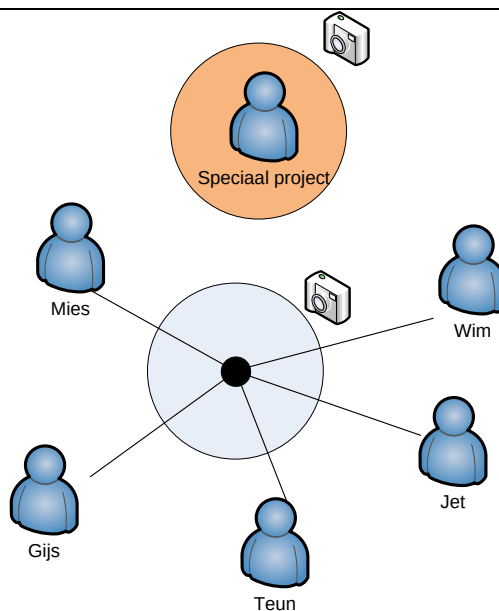
Figuur 38: Toestand E



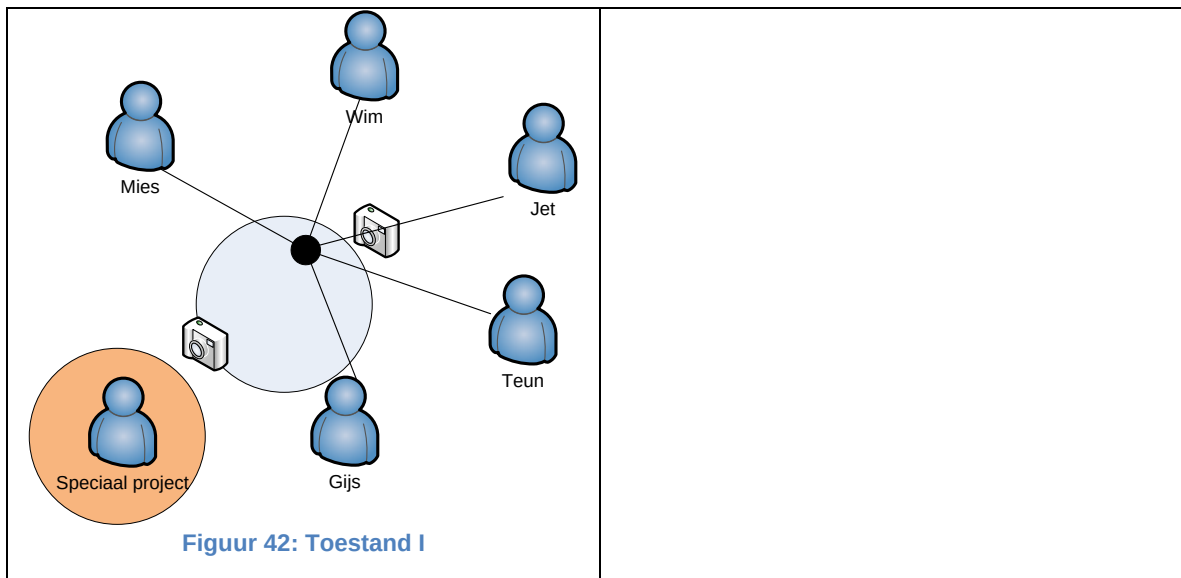
Figuur 39: Toestand F



Figuur 40: Toestand G



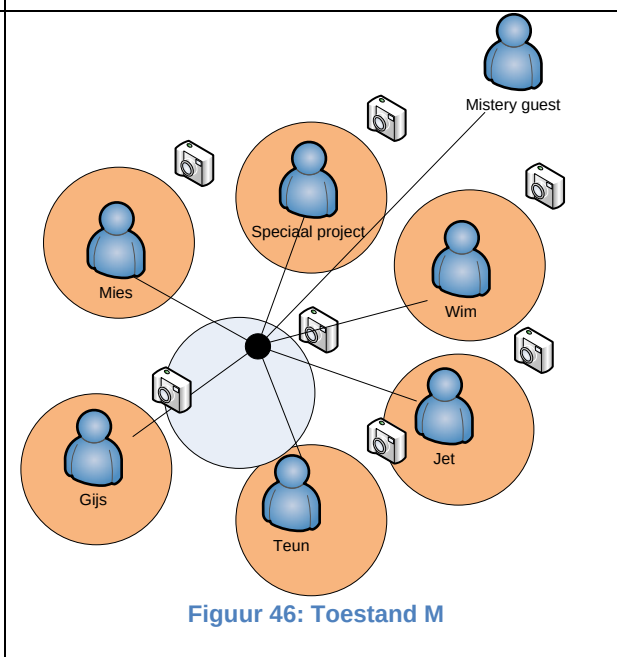
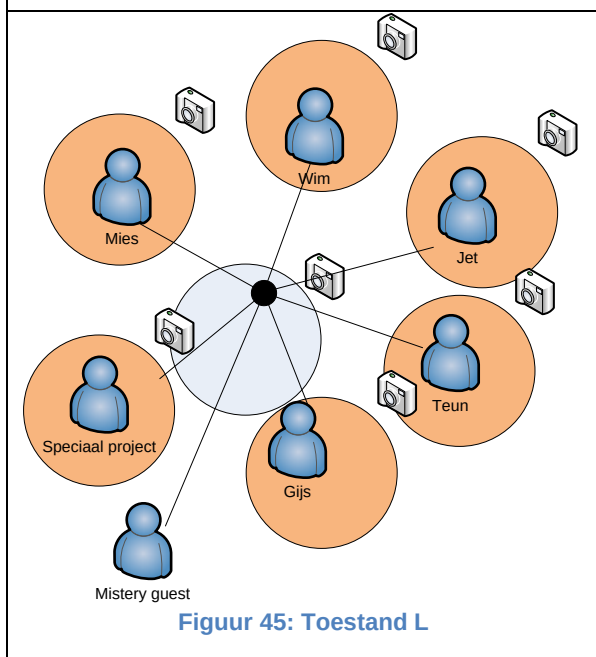
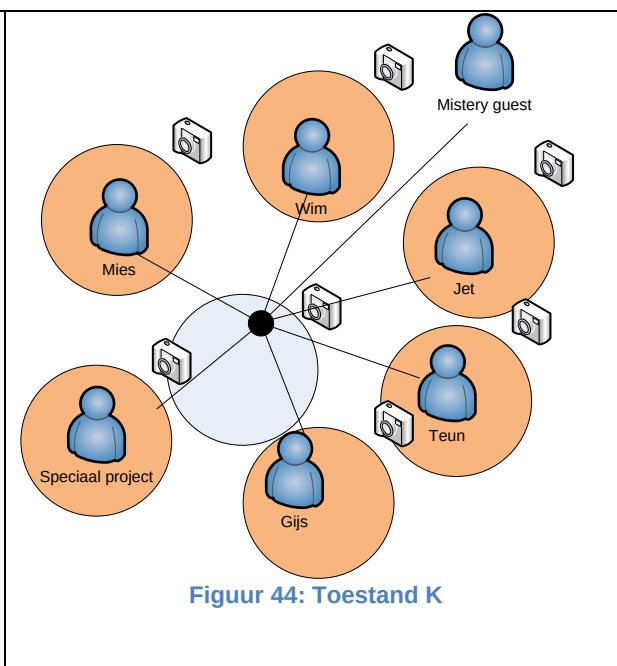
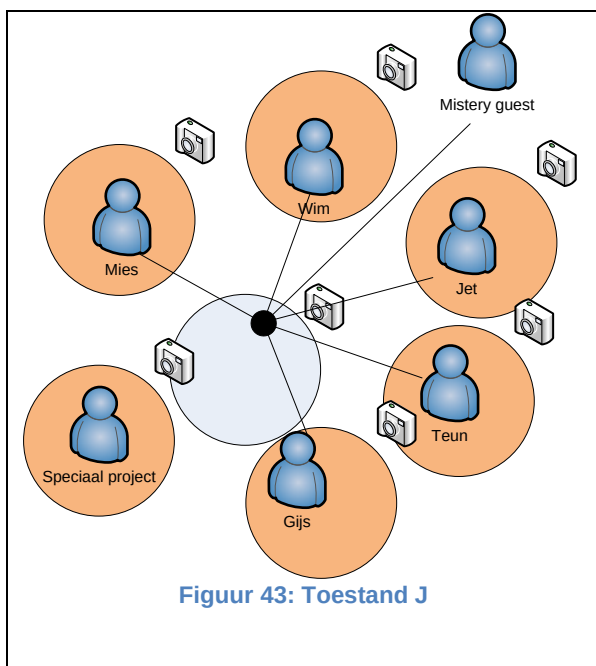
Figuur 41: Toestand H

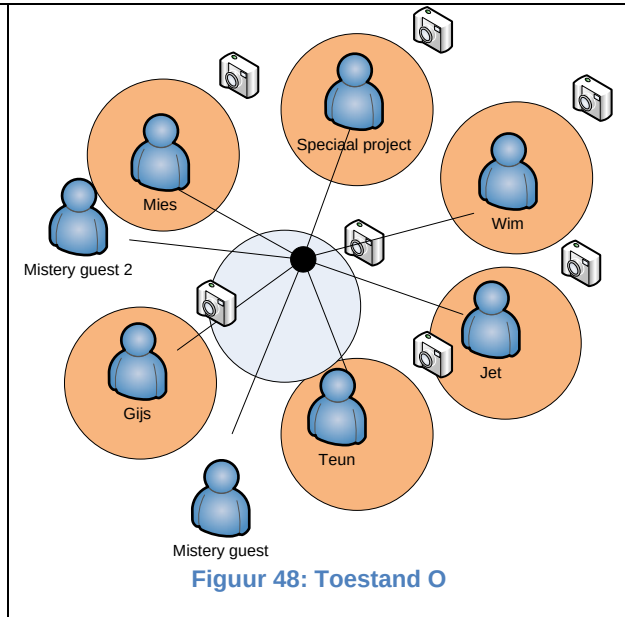
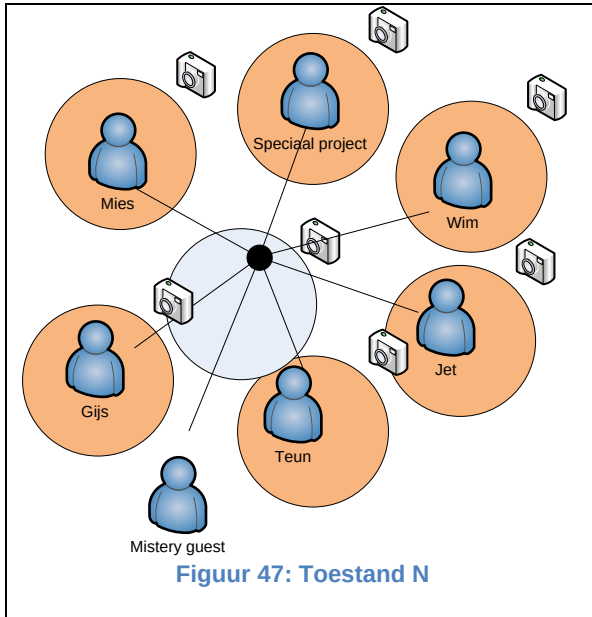


5.4.2 Naar andere zaken in de omgeving kijken

In plaats van het kijken naar één persoon zou men ook kunnen kijken of meerdere personen aanwezig waren of niet, wellicht dat dan een genuanceerder verband opvalt over de positie van de knoop. Figuur 43 tot en met Figuur 48 geeft een illustratief voorbeeld. Ook zou men tegelijkertijd voor de bekende groep personen na kunnen gaan hoe groot de inspanning is die de individuele persoon verricht, ofwel, hoe hard trekt men aan het touw? Wellicht dat op deze wijze een nauwkeuriger beeld ontstaat van de positie van de knoop in relatie tot een individueel persoon.

Omdat niet alles bekend is, blijven er altijd verstoringen aanwezig die niet in verband kunnen worden gebracht met de personen of het speciale project, dit wordt gesymboliseerd met de 'Mystery guests' in Figuur 43 tot en met Figuur 48. Je ziet de 'Mystery guests' niet, maar ze hebben wel invloed op het meetresultaat. Het kan lijken dat het meetresultaat is toe te schrijven aan het speciaal project, doch het is veroorzaakt door een ander persoon.





Al met al is de boodschap dat een goed inzicht in de omgeving nodig is om de impact op een goede wijze te analyseren.